#1827

ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十八卷　　第一期

目　次

栽培稻（*Oryza sativa*）與野生稻（*O. nivara*）種間雜種及回交後裔族群產量性狀之變異 …… 李長沛　郭益全　曾富生… 1
臺南白玉米族群分蘗數表現之探討 …… 謝光照　何千里　盧煌勝…13
臺南白 F_1 雜種在不同期作產量潛能之表現 …… 謝光照　曾富生…22
落花生種間雜交種之鑑別及其特性分析 …… 黃惠娟　曹文隆　林順福　謝兆樞　蔡志濃…40
柿栽培種在臺灣平地的適應性 …… 宋家瑋　歐錫坤…52
凍熱細菌質體轉形法 …… 王強生　廖仁盟…60
臺灣產小繭蜂科（膜翅目）之六新記錄種（英文） …… 周樑鎰…64

中華民國八十八年三月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：1～12（1999）

栽培稻(*Oryza sativa*)與野生稻(*O. nivara*)種間雜種及回交後裔族群產量性狀之變異[1]

李長沛[2]　郭益全[2]　曾富生[3]

摘要：本研究以臺粳1號（TK1）及臺農67號（TNG67）兩個粳稻品種爲輪迴親本與由國際稻米研究所引進之野生稻種 *O. nivara*(Acc.104705)雜交及回交，探討所得各 F_1、F_2、BC_1F_1、BC_1F_2、BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1、BC_3F_2 族群稔實率、穗數、每穗粒數及千粒重等性狀的變異，所得結果摘要如下：TNG67、TK1 與 *O. nivara* 雜交 F_1 各性狀之表現，在稔實率偏向野生稻親本分別爲 51、58%，顯示此種間雜交之生殖障礙不大；在穗數及千粒重呈超越高親本，每穗粒數則偏向野生稻。兩組合 F_2 族群的四個性狀變異性均相當高，且呈超親分離的現象，族群中大多數個體分佈偏向於野生稻親本或低於野生稻親本，不利於產量性狀之選拔。兩組合自 BC_1F_1 開始選拔株型接近栽培稻者進行回交，該單株並行宿根採收種子以繁殖 F_2 族群。由各回交 F_1 及 F_2 的表現得知，優良之特性在各回交世代均能持續表現，甚至超越輪迴親本。例如 TK1 X *O. nivara* 組合的 BC_2F_2 及 BC_3F_2 族群的平均稔實率及千粒重已超越輪迴親本，族群也具有相當高的同質性，有利於優良性狀之固定。由此說明野生稻 *O. nivara* 對栽培種之稔實率、穗數、每穗粒數及千粒重等產量性狀的改進具有潛力。

關鍵詞：水稻、回交、種間雜交、產量性狀。

前　言

稻屬約有 20 個野生稻種，具有多種不同的染色體組(genome)，其中大多數野生稻種均有作爲品種改良的潛力[40]。水稻種間的雜交，在栽培稻與染色體組不同的野生稻雜交成功率均相當低，而與相同染色體組的野生稻種雜交，普遍均有較高的雜交稔實率，雜交種子發育正常，一般均能順利獲得雜交的 F_1 植株[34]。但其雜種後代仍具有不同程度的繁殖障礙[13]或異常分離的現象[4]。

進行遠緣或種間雜交除繁殖上之障礙外，因兩親基因型的同質性不高，其雜種族群常有異常的個體產生，或目的性狀與不良的基因型強烈連鎖及兩極端類似親本的個體出現，甚少有優良的重組基因型等現象[4,18,31,32]，因而獲得可利用的材料相當少。回交被認爲是打破連鎖群或提高同質性，以增加優良基因型重組機會的有效方法[14,18,37]。學者們也認爲以野生種源爲育種材料時，在多次回交的族群中選拔成功的機會較大[8,35,36,37,38]。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1996 號。

2. 本所農藝系助理、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

Briggs and Allard[9]指出改良多基因所控制之性狀仍可藉由回交的方式來達成，但需要的程序則較一般單一基因的轉移複雜。回交育種在稻屬種間雜交的利用上雖在轉移病蟲害抗性[2,7,20,22,29]及細胞質雄不稔性[15,42]特別有效。也有報告指出具有增加每穗粒數進而提升產量的表現[41]。在其他作物中也有自野生種源中獲得較原栽培種更爲有利的數量性狀的例證[8,14,17,35,36,38]。

臺灣地區水稻育種雖著有佳績，但推廣品種間遺傳歧異性日趨狹隘，則是衆所皆知的事實。本所以往曾利用野生稻 *O. rufipoon* 育成抗褐飛蝨生物小種 1、2、3 的臺農 69 號[2]，爲種間雜交擴大栽培稻遺傳變異開啓新頁。爲繼續增加本省栽培品種的遺傳歧異性，本試驗期望自野生稻種 *O. nivara* 導入有用基因至栽培品種。試驗期間篩檢褐飛蝨的抵抗性並調查種間雜交及回交後裔族群中各項農藝性狀的變異。本文首先報告栽培稻與野生稻(*O. nivara*)種間雜交及回交後裔族群中稔實率、穗數、每穗粒數及千粒重等數量性狀的變異，作爲育種工作之參考，其餘農藝性狀及褐飛蝨檢定結果將陸續整理加以發表。

材料及方法

本試驗所選用之水稻品種，栽培稻爲臺灣育成之臺農 67 號(TNG67)及臺粳 1 號(TK1)，其中臺農 67 號爲目前栽培面積最廣的品種，臺粳 1 號則爲早熟品種中推廣最多的品種，但兩品種對於病蟲害的抗性較弱。野生稻爲 *O. nivara* (Acc.104705)原產於印度，具有抗白葉枯病、褐飛蝨、早熟、多分蘗及半矮性等特性，因此以 *O. nivara* 爲貢獻親。試驗材料之建立及調查說明如下：

以栽培稻臺農 67 號及臺粳 1 號爲母本，野生稻爲 *O. nivara* 爲父本，在 1993 年第二期作開始進行雜交。經回交後所得 BCF_1 植株，均選拔株型與栽培稻相近的植株再回交栽培稻，回交世代之單株留宿根於次一期作繁殖以收穫 BCF_2 種子。各組合雜交所得 F_1 種子均分成兩部分，一部份作爲繁殖 F_1 植株以行回交之用，另一部分暫時保存供進一步試驗調查之用。兩個雜交組合各得 F_1、F_2、BC_1F_1、BC_1F_2、BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1、BC_3F_2 等族群。

上述族群及其親本於 1996 年 1 月 9 日播種，2 月 8 日移植於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所試驗田，行株距 25 X 25 公分，單本植。肥料用量 N：P_2O_5：K_2O = 48 : 72 : 48 公斤/公頃爲基肥，於移植後 10、30 日追施氮肥 40 公斤/公頃，田間管理依一般慣行法進行。種植株數：親本、F_1 及 BCF_1 各 20-80 株，F_2 及 BCF_2 族群 300-400 株。收穫後調查單株之穗數(panicle number)、每穗粒數(grain no./panicle)、結實率(spikelet fertility, %)及千粒重(1000-grain weight, g)。

結　果

一、稔實率

調查各族群之單株稔實率，所得之變異及平均值如圖 1。由圖 1 各世代的表現得知，TNG67 與 TK1 兩親本稔實率分別爲 76、74%，而野生稻 *O. nivara* 明顯偏低僅 54%，具有半不稔性。TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩雜交組合 F_1 分別爲 51 及 58%，顯示此種間雜交之 F_1 稔實率雖然偏低，但仍具親和性。在 F_2 世代，TNG67 X *O. nivara* 平均僅 29%，TK1 X *O. nivara* 爲 34%，兩組合均有大多數的個體稔實率低於 *O. nivara* 親本，也有不稔的植株產生。

以 TK1 與 TNG67 爲輪迴親進行回交，回交一次之結果：TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩組合在 BC_1F_1 仍有多數個體低於 *O. nivara* 親本，分散度仍大，頻度無明顯集中現象。於 BC_1F_2 世代，在 TNG67 X *O. nivara* 仍表現出高度的分散性，平均稔實率仍然偏低，僅 52.4%。在 TK1 X *O. nivara* 組合雖然有低於 *O. nivara* 親本的個體出現，但平均稔實率爲 73.6%，已接近其輪迴親本，從其分布圖中也可看出多數的個體偏向於輪迴親本，並有部份超過之個體分離。

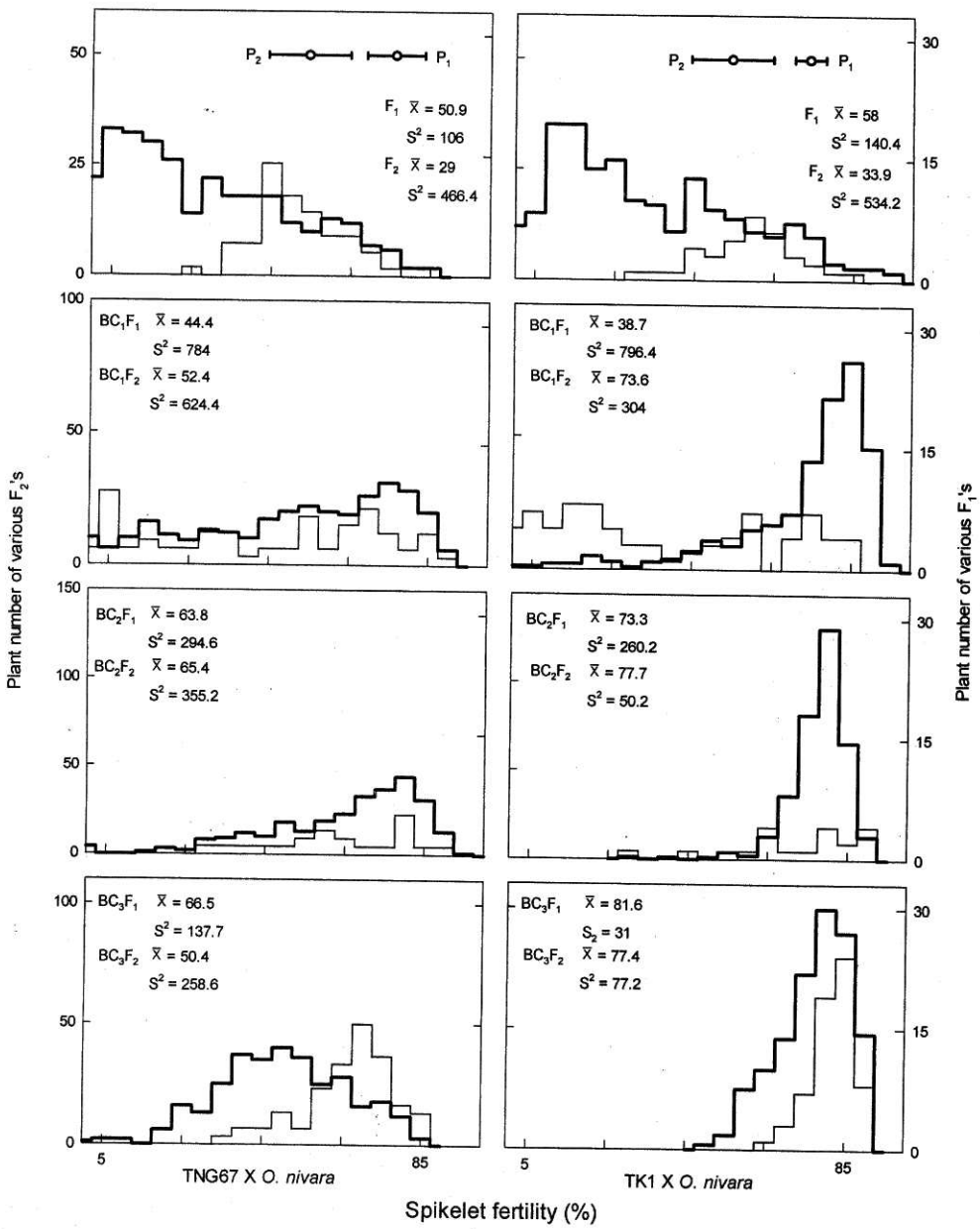

圖 1. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群稔實率之頻度分佈

Fig. 1. Distribution of spikelet fertility for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

經二次及三次回交後，TK1 X *O. nivara* 組合的稔實率持續增加，在 BC_2F_2、BC_3F_1 及 BC_3F_2 族群平均稔實均高於輪迴親。就族群的分佈而言，於二次回交的後代中已少有稔實率低於 *O. nivara* 的個體，且各世代中均有過半數個體的稔實率高於輪迴親。而 TNG67 X *O. nivara* 組合，雖然在 BC_2F_2 及 BC_3F_1 族群的分佈明顯偏向輪迴親，但平均稔實率均低於輪迴親，而 BC_3F_2 大多數個體類似於 *O. nivara* 親本，其平均稔實率僅 50.4%，低於 BC_3F_1 及 *O. nivara* 親本，顯示在 TNG67 X *O. nivara* 組合其野生稻半不稔的特性，在回交三次的族群中依然存在。

二、穗數

三個親本之單株穗數，TNG67 爲 16.7 穗、TK1 爲 18.4 穗，而 *O. nivara* 爲 29 穗。TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩雜交組合 F_1、F_2 及各回交 F_1、F_2 之表現列於圖 2，由圖 2 可看出 TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩組合雜種 F_1 的平均穗數均多於 *O. nivara*（多穗親本），呈超顯性。其 F_2 族群的平均值則近似 *O. nivara* 親本，族群分佈呈常態分佈而有超越分離。

TNG67 X *O. nivara* 的 F_2 族群中有多達 88 穗以及 TK1 X *O. nivara* 有達 75 穗之個體出現；同時也可看出有穗數甚少的個體分離。

以 TK1 及 TNG67 爲輪迴親，所得之各回交世代，在 F_1 及 F_2 族群均依回交次數的增加，其平均穗數因而減少，且趨向輪迴親，但趨近輪迴親本的速度，兩組合則略有不同。至 BC_3F_1 及 BC_3F_2，在 TK1 X *O. nivara* 組合其平均穗數已接近輪迴親本，而 TNG67 X *O. nivan* 組合仍多於輪迴親本。由各回交世代族群頻度分佈得知，兩組合的 BC_1F_1 分散度仍偏高，且有多數個體的穗數多於 *O. nivara* (多穗親本)，從中選拔株型接近栽培稻的植株進行回交或自交，可發現 BC_1F_2 族群的頻度已偏向輪迴親本，變域也明顯縮小，且無較 *O. nivara* 穗數多的個體，顯示控制多穗性之基因效應逐漸減少，兩組合在 BC_2F_2 及 BC_3F_1 的平均值及變方均相當接近，顯示於 BC_2F_1 選拔的植株在穗數方面已具相當高的同質性。又 BC_3F_2 族群之分布與 BC_3F_1 相似，且平均值相近，變方較小，其中仍有部份個體的穗數多於輪迴親，顯示於 BC_3F_2 進行選拔將有利於個體基因型之固定，且有希望獲得穗數多於輪迴親的個體。

三、每穗粒數

輪迴親本 TNG67 每穗粒數平均約有 140 粒，TK1 爲 134 粒，而野生稻親本 *O. nivara* 則僅有 34.8 粒。TNG67 X *O. nivara* 及 TK1 X *O. nivara* 兩組合之 F_1 分別爲 74、75 粒介於兩親本之間，偏向 *O. nivara* 親本的部份顯性。F_2 族群中則大多數個體偏向或少於 *O. nivara* 親本，在 TK1 X *O. nivara* 組合 F_2 族群的平均每穗粒數略多於 *O. nivara*，TNG67 X *O. nivan* 組合則低於 *O. nivara* 親本(圖 3)。

由圖 3 可看出，兩組合各回交世代之 F_1 及 F_2 族群的平均每穗粒數，均依回交次數的增加，而依次遞增，且逐漸接近輪迴親本。就族群的頻度分佈而言， 雖然兩組合在 BC_1F_1 及 BC_1F_2 的分散度仍大，大多數個體集中於兩親本之間，且均有部份個體少於 *O. nivara* 親本。經二次回交，兩組合之 BC_1F_1、BC_1F_2 族群偏向輪迴親本的表現更爲明顯，TK1 X *O. nivara* 組合在 BC_1F_1 世代中雖然變異偏高，仍有少數的個體少於 *O. nivara* 親本，但其 BC_1F_2 的變異顯著的縮小，大多數個體的每穗粒數則介於 100-150 粒之間，其中已有部分個體每穗粒數多於輪迴親本。至於 TNG67 X *O. nivara* 雖在 BC_1F_1 世代中變異較小頻度較爲集中，但於 BC_1F_2 大部分個體的每穗粒數分佈於 50-150 粒之間，變異有明顯偏高的現象，且仍有少數個體每穗粒數低於 *O. nivara* 親本。在 BC_3F_1、BC_3F_2 世代中，兩組合族群的分佈持續偏向輪迴親本，大多數個體的每穗粒數介於 100-150 粒之間，其中 TNG67 X *O. nivara* 之 BC_3F_2 族群仍有少數個體偏向於野生稻親本，且每穗粒數少於 50 粒；而 TK1 X *O. nivara* 之 BC_3F_1、BC_3F_2 兩族群的平均爲相近，且有許多個體的每穗粒數多於輪迴親。顯示種間雜交依株型選拔，並進行回交的過程中，其對每穗粒數的增進效果依輪迴親本的不同而有所差異。

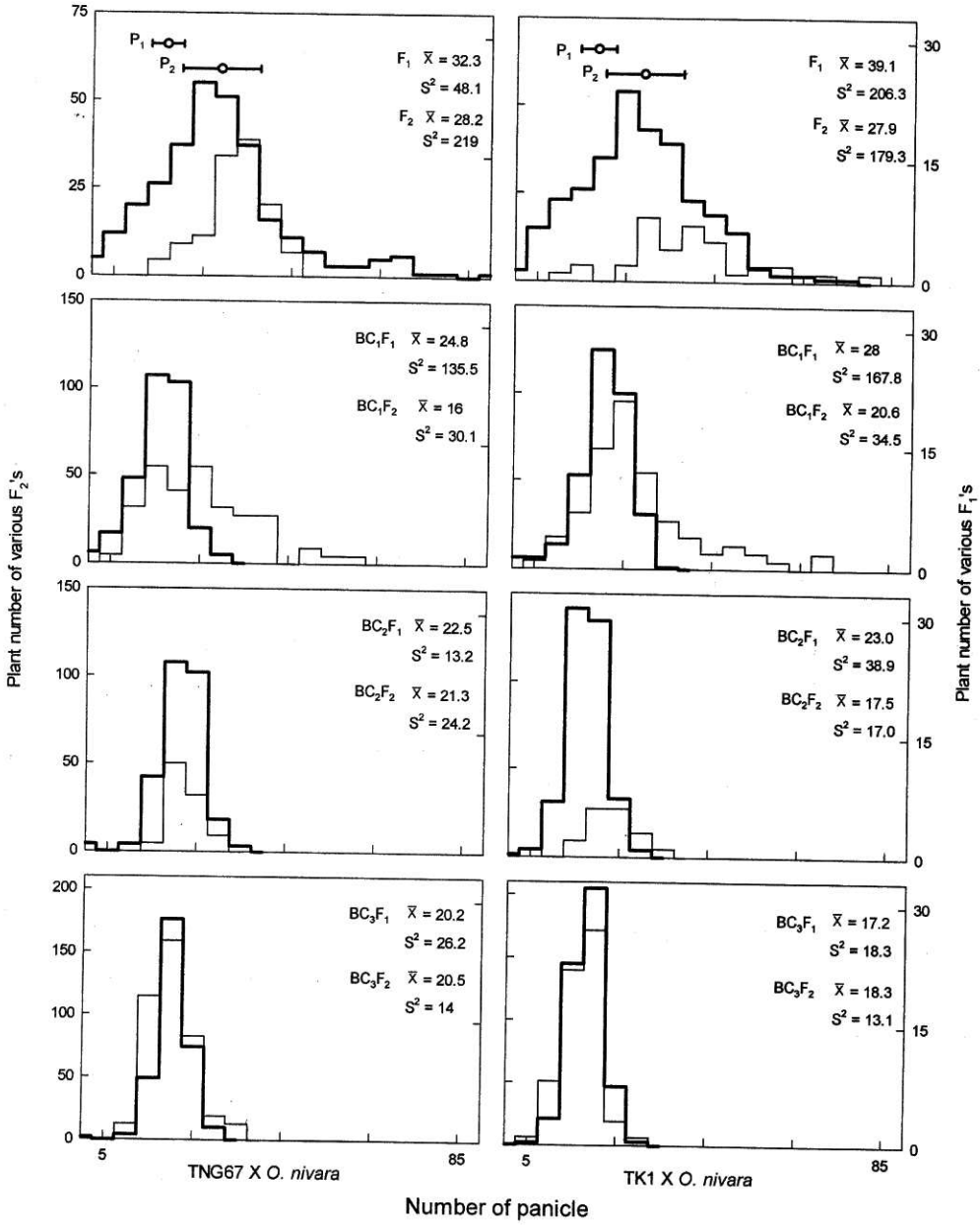

圖 2. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群穗數之頻度分佈

Fig. 2. Distribution of no. of panicle for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

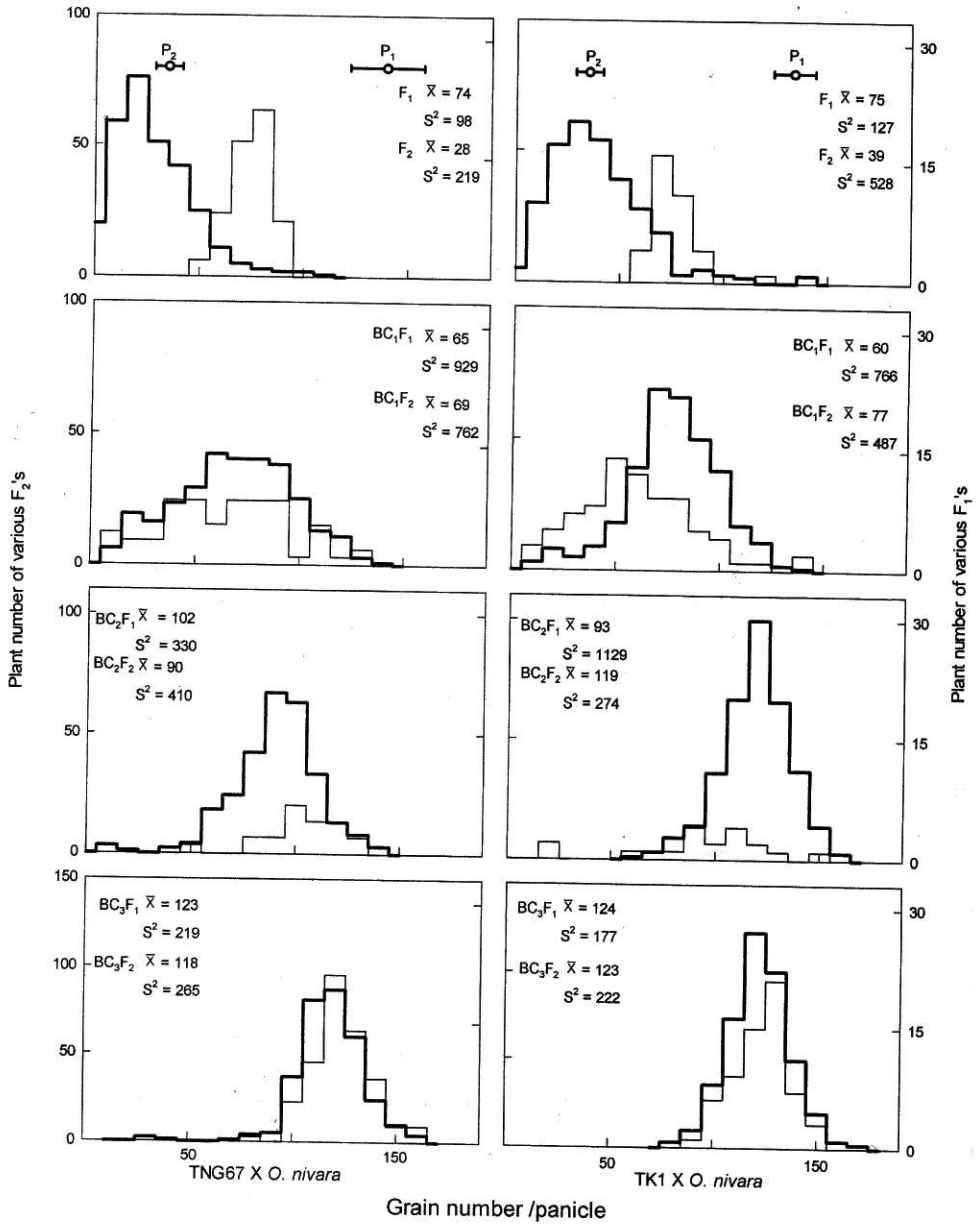

圖 3. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群稔實率之頻度分佈

Fig. 3. Distribution of grain no./panicle for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

四、千粒重

水稻之千粒重爲品種相當穩定的特性之一，試驗中使用三個親本之千粒重平均介於 21 － 22 克之間。兩栽培親本 TNG67、 TK1 的千粒重相近，而野生稻親本 *O. nivara* 則略輕於兩栽培品種。由圖 4 可以看出，兩雜交組合 F_1 之千粒重均爲 24.4 克，表現出高於兩親本之超顯性。兩組合 F_2 平均千粒重均低於 *O. nivara* 親本，族群分布的高峰約在 18 克左右，有超越親本的個體出現，且具超親分離的現象。

經回交後，TNG67 X *O. nivara* 在各回交 F_1 及 F_2 世代的平均千粒重介於 20-21 克之間，均低於輪迴親。而 TK1 X *O. nivara* 組合的平均千粒重則依世代的增進而增加，除在 BC_1F_1 世代之平均千粒重略低於輪迴親外，以後的各世代平均千粒重均高於輪迴親，在 BC_2F_2、BC_3F_1 及 BC_3F_2 世代平均千粒重達 23 克以上。就各回交世代族群的分佈而言，兩組合的一次回交的世代中族群分散度仍大，自二次回交後，兩組合族群的分佈有較集中的傾向；一般可明顯看出 TK1 X *O. nivara* 組合的分散度均較 TNG67 X *O. nivara* 小，顯示 TK1 X *O. nivara* 組合在多次回交世代中多數個體的千粒重高於輪迴親，而 TNG67 X *O. nivara* 多數個體則仍低於輪迴親。

討　論

亞洲型 *O. rufipogon* 野生稻分布於亞洲熱帶地區，依乾燥與潮濕環境的分布，分爲一年生與多年生。這兩種生態型在繁殖的方式、宿根的習性及光週期的反應均有所不同。因此，一年生型的野生稻通常被劃分爲 *O. rufipogon* 下的另一稻種 *O. nivara*[10]。*O. nivara* 野生稻經種子繁殖演化後已不具有走莖，且適應於淺水地區；其型態也較其他野生稻種更爲接近栽培種，有植株較矮，穗數多、葉較小、株型略散開，穀粒爲各野生稻中屬較大型者，開花時間也與栽培稻相近[1,28,33,39]。對多種病蟲害有抗性[19,26]，加上 *O. nivara* 與栽培稻種有相似 A 染色體組（A genome），且兩者雜交容易成功，雜種 F_1 植株大多生育正常等特性[13,34]，被認爲是改良栽培品種的重要野生種原。Khush and Ling[23]利用抗 grassy stunt virus 之 *O. nivara* 與栽培稻雜交，證實有一顯性的抗性基因(*Gs*)，再經多次回交栽培稻，育成數個抗 grassy stunt virus 的品種[22]，開啓自野生種導入有利基因至栽培稻的先例。

種間雜交育種過程中，首先要解決的則是兩稻種間的親和性問題，Nayar[30]綜合以往的報告指出栽培稻與亞洲型的 *O. rufipogon* 雜交可稔率(crossability)普遍均有偏低的表現，約 10~30%；但其雜種 F_1 小穗的稔實率則有趨向正常的表現，爲 50~80%。且染色體通常均能正常配對[13,25]，最近的報告也指出栽培稻與 *O. rufipogon* 雜種的稔實率高達 73~87 %[27]。試驗中以 TNG67、TK1 兩個粳稻品種與 *O. nivara* (一年生亞洲型 *O. rufipogon*)雜交，其 F_1 稔實率分別爲 51%、58%，呈部份不稔的表現。戴等[3]的試驗結果，也指出粳稻與野生稻 *O. nivara* 雜交均有親合性，但因親本之不同而有所差異，一般雜交稔實率在 40 %左右。而 Dolores *et al.*[16]以 *O. nivara* 與秈稻雜交則均有很高的親和性。顯示出栽培稻與野生稻 *O. nivara* 雜交均具親和性，但因野生稻系統與栽培稻親本之不同親和性的高低略有所不同。

種間雜交除雜種的不稔性外，雜種 F_1 弱勢及致死也是種間基因交流的一大障礙[11,12,13]。本試驗中兩雜交組合 F_1 植株均無弱勢或致死的現象，此結果與戴等[3]的試驗結果類似。

雜種 F_2 的不稔也是進行種間雜交所經常發生的現象[11]。本試驗中兩組合 F_2 也有許多不稔或半不稔的個體出現，而使各組合 F_2 之平均稔實率均有偏低的表現。Jones *et al.*[21]認爲種間雜交不稔的現象，可藉由回交栽培稻而獲得改善。但本試驗的結果，在 TNG67 X *O.nivara* 之 BC_3F_2 世代仍有大多數個體其平均稔實率接近 *O.nivara* 親本，此種不稔與半不稔的個體在高次回交世仍然出現的現象，則正如岡[5]所提出在遠緣雜交的育種過程中，隨世代的增進，不稔及半不稔個體仍大量出現的憂慮，有頗爲相似之處。

在穗數、每穗粒數及千粒重等產量構成性狀的表現，本試驗中 TNG67 X *O. nivara* 及 TK1 X *O.*

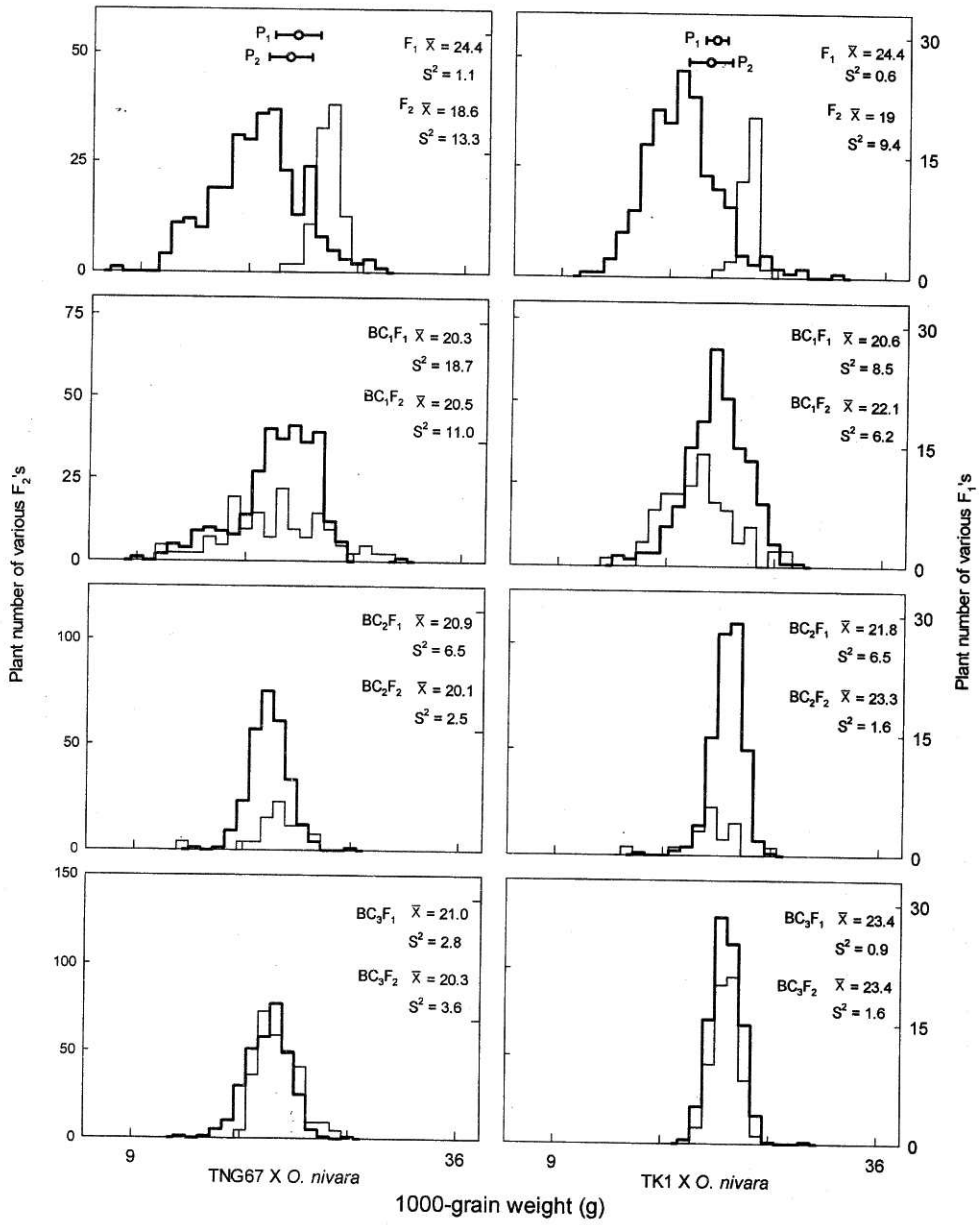

圖 4. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群稔實率之頻度分佈

Fig. 4. Distribution of 1000-grain weight for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

nivara 兩雜交組合之雜種 F_1，除於每穗粒數介於兩親本之間且有偏向 *O. nivara* 親本外，在穗數、千粒重則有超越最高親本的超越分離。但以往的研究指出，栽培稻與野生稻(*O. rufipogon*)雜種 F_1 的表現，大都偏向於野生稻性狀[30]。戴等[4]以三個粳稻品種與野生稻 *O. nivara* 雜交其雜種 F_1 的穗數、每穗粒數及千粒重等性狀則介於兩親本之間，且偏向 *O. nivara* 親本的部份顯性，顯示在一年生野生稻 *O. nivara* 族群中仍具有多樣性，種間雜交因組合的不同雜種的表現仍有差異。

在一般育種過程中，雖然認爲在雜種 F_2 族群若有超親分離的表現將有助於選拔出較兩親本更爲優秀的個體。在本試驗中兩參試組合由於 F_2 族群中多數個體具有嚴重的落粒性，導致每穗粒數偏低而未超越最高親本外，在穗數及千粒重均有超親分離現象，族群的分佈偏向野生稻 *O. nivara* 親本，顯示在產量構成性狀，族群中有多數的個體偏向野生稻親本，而且族群中均有部份稔實率低、穗數極少及千粒重輕的個體，顯然於 F_2 世代並不利於產量性狀的選拔。學者們也指出種間雜交因兩親基因型的同質性不高，F_2 也有雜種崩壞或一親基因較期望值多，致發生異常分離，而甚少有優良的重組基因型等現象，使得育種過程難以繼續或造成選拔的困難，因而獲得可利用的材料相當少[4,6,31,32]。

Tanksley and Nelson[37]則認爲種間雜交初期世代（BC_1F_1，F_2）族群，雖然因落粒性或不稔性、上位性基因的相互作用、微效基因的多效性等因素，使族群無法分離出有利的數量性狀。若行多次回交栽培親本後，栽培稻的同型接合個體的比率增高，其貢獻親不良性狀減少、上位性的作用減弱及打破不良性狀的連鎖，再加以選拔及評估仍有利栽培種數量性狀的改進。

本試驗使用的貢獻親 *O. nivara* 野生稻在稔實率、每穗粒數及千粒重等產量構成性狀上，並無高產的表現。經與栽培稻雜交，並經由多次回交則有明顯的增進效果，在各回交之後裔族群中均有超越輪迴親本的個體出現，尤其在 TK1 X *O. nivara* 組合於二次及三次回交世代中其稔實率及千粒重之平均已有超越輪迴親本的表現，且族群的變異性已明顯的縮小，顯示族群具有相當高的同質性，從中選拔有利於個體基因型之固定，且有希望獲得優於輪迴親的個體。

在種間雜交育種過程中，讓育種者所擔憂的是其後裔族群持續有異常的個體出現，本試驗中 TNG67 X *O. nivara* 組合在的 BC_2F_2 或 BC_3F_2 族群中雖然有極少數的個體因植株生育弱勢而造成穗數甚少、每穗粒數少、粒輕的現象，似乎不影響後代族群之建立。

綜合各性狀之表現，試驗以選拔株型進行回交，經三次回交之 F_2 族群每穗粒數及千粒重有多數高於輪迴親本之分離個體出現。Fujimaki[18]也認爲回交過程中針對輪迴親本具有的有利基因選拔，在回交雜種族群初期世代變異大選拔較具效果。顯示種間雜交組合自 BC_1F_1 開始依外表型選拔用以回交之個體若具有優良之特性則在後代或回交世代均能持續表現出優良之特性，且能超越輪迴親本，此種表現對栽培種數量性狀的改良頗爲有利。

引用文獻

1.李長沛、陳彥雄、陳治官、曾東海、陳正昌、賴明信、郭益全。1994。稻屬種間雜交擴大栽培稻之遺傳變異 I. 引進野生稻種原之特性評估。中華農業研究 43：261-274。

2.黃眞生、卜瑞雄、陳正昌、鄭清煥、劉清。1983。臺農 69 號之育成。中華農業研究 32：1-23。

3.戴順發、吳詩都、曾富生。1989a。野生稻 *Oryza nivara* 與栽培稻 *O. sativa* 種間雜交親和性及 F_1 雜種行爲。高雄區農業改良場研究彙報 2 (2)：39-51。

4.戴順發、吳詩都、曾富生。1989b。野生稻 *O. nivara* 與栽培稻 *O. sativa* 雜種後代之遺傳育種研究 II. F_2 雜種族群集回交世代農藝性狀之變異。農林學報 38(2)：165-190。

5.岡彥一。1958。遠緣品種間雜種集團遺傳學研究。酒井寬一、明峰英夫、高橋隆平編:「植物集團育種法研究」。27-43 頁。養賢堂、東京。

6.森島啓子。1982。內的生殖隔離を支配する遺傳子。大村武編:「イネ遺傳分子分析の現狀」。63-67 頁。イネ遺傳分子研究班、福岡。

7. Amante-Bordeos, A., L. A. Sitch, R. Nelson, R. D. Dalmacio, N. P. Oilva, H. Aswidinnoor, and H. Leung. 1992. Transfer of bacterial and blast resistance from the tetraploid wild rice *Oryza minuta* to cultivated rice, *Oryza sativa.* Theor. Appl. Genet. 84:345-354.
8. Bliss, F. A .1981. Utilization of vegetable germplasm. Hort. Sci. 16:129-132.
9. Briggs, F. N., and R. W. Allard. 1953. The current status of backcross method of plant breeding. Agron. J. 45:131-138.
10. Chang, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. Euphytica 25:425-441.
11. Chu, Y. E. 1972. Genetic basis, classification and origin of reproductive barriers in *Oryza* species. Bot . Bull. Acad. Sinica 13: 47-66.
12. Chu, Y. E., and H. I. Oka. 1970. Introgression across isolating barriers in wild and cultivated *Oryza* species. Evolution 24: 344-355.
13. Chu, Y. E., H. Morishima, and H. I. Oka. 1969. Reproductive barriers distributed in cultivated rice species and their wild relatives. Jpn. J. Genet. 44:207-233.
14. Cox, T. S., R. G. Sears, R. K. Bequette, and T. J. Martin. 1995. Germplasm enhancement in winter wheat × *Triticum tauschii* backcross populations. Crop Sci. 35:913-919.
15. Dalmacio, R., D. S. Brar, L. A. Sitch, S. S. Virmani, and G. S. Khush. 1992. *Oryza perennis* : a nwe source of cytoplasmic male sterility in rice. Rice Genet. Newsl. 9:108-110.
16. Dolores, R. C., T. T. Chang, and D. A. Ramires. 1979.The cytogenetics of F_1 hybrids from *Oryza nivara* Sharma et Shastry x *O. sativa* L. Cytologia 44:527-540.
17. Duvick, D. N. 1974.Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. Crop Sci .14:69-71.
18. Fujimaki, H. 1978. Genetical studies on improvement of backcross technique in rice breeding. J. Cent. Agric. Exp. Stn. 27: 187-246.
19. Heinrichs, E. A., F. G. Medrano, and H. R. Rapusas. 1985. Genetic evaluation for insect resistance in rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna , Philippines.
20. Jena, K. K., and G. S. Khush. 1989a. Introgression of genes from *O. officinalis* Wall ex Watt to cultivated rice, *O. sativa* L. Theor. Appl. Genet. 80: 737-745.
21. Jones, M. P., S. Mande, and K. Aluko. 1997. Diversity and potential of *Oryza glaberrima* Steud in upland rice breeding. Breed. Sci. 47:395-398.
22. Khush, G. S. 1977. Disease and insect resistance in rice. Adv. Agron. 29:265-341.
23. Khush, G. S., and K. C. Ling. 1974. Inheritance of resistance to grassy stunt virus and its vector in rice. J. Hered. 65:134-136.
24. Lawrence, P. K., and K. J. Frey. 1975. Backcross variability for grain yield in oats species cross (*Avena sativa* L. X *A. sterilis* L.). Euphytica 24:77-85.
25. Li, H. W., T. S. Weng, C. C. Chen, and W. H. Wang. 1962. Cytogenetical studies of *Oryza sativa* L. and its related species. 2. A preliminary note on the interspecific hybrids within the section *sativa* Roschev. Bot. Bull. Acad. Sinica 3:209-219.
26. Ling, K. C., V. M. Aguiero, and S. H. Lee. 1970. A mass screening method for testing resistance to grassy stunt disease of rice. Plant Dis. Rep. 56:565-569.
27. Majumder, N. D., T. Ram, and A. C. Sharma. 1997. Cytological and morphological variation in hybrid swarms and introgressed population of interspecific hybrids (*Oryza rufipogon* Griff. × *Oryza sativa* L.) and its impact on evolution of intermediate types. Euphytica 94:295-302,1997.
28. Morishima, H., H. I. Oka, and W. T. Chang. 1961. Directions of differentiation in population of wild rice, *Oryza perennis* and *O. sativa* f. *spontanea*. Evolution 15:326-339.
29. Multani, D. S., K. K. Jena, D. S. Brar, B. G. de los Reyes, E. R. Angeles, and G. S. Kush. 1994. Development of monosomic alien addition lines and introgression of genes from *Oryza australiensis* Domin. to cultivated rice *O. sativa* L. Theor. Appl. Genet. 88:102-109.
30. Nayar, N. M. 1973. Orgin and cytogenetics of rice. Adv. Genet. 17: 153-292.
31. Oka, H. I. 1988. The ancestors of cultivated rice. pp.15-24. In : Origin of cultivated rice. Jpn. Sci. Societies, Elsever, Tokyo.
32. Pham, J. L., and B. Bougerol. 1993. Abnormal segregations in crosses between two cultivated rice species. Heredity 70: 466-471.

33. Sharma, S. D., and S. V. S. Shastry. 1965. Taxonomic studies in genus *Oryza* L. III. *O. rufipogon* Griff. sensu stricto and *O. nivara* Sharma et Shastry nom. nov. Indian J. Genet. Plant Breed. 25:157-167.

34. Sitch, L. A., R. D. Dalmacio, and G. O. Romero. 1989. Crossability of wild *Oryza* species and their potential use for improvement of cultivated. Rice Genet. Newsl. 6:58-60.

35. Sullivan J. G., and F. A. Bliss. 1983a. Genetic control of quantitative variation in phaseolin seed protein of common bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108:782-787

36. Sullivan J. G., and F. A. Bliss. 1983b. Expression of enhanced seed protein content in inbred backcross lines of common bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108:787-791.

37. Tanksley, S. D., and J. C. Nelson. 1996. Advanced backcross QTL analysis : a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTL from unadapted germplasm into elite breeding lines. Theor. Appl. Genet. 92:191-203.

38. Tanksley, S. D., S. Grandillo, T. M. Fulton, D. Zamir, Y. Petiard, J. Lopez , and T. Beck-Bunn. 1996. Advanced backcross QTL analysis in a cross between an elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium*. Theor. Appl. Genet. 92:213-224.

39. Tateoka, T. 1963. Taxonomic studies of *Oryza*. III. Key to the species and their enumeration. Bot. Mag.(Tokyo) 76:165-173.

40. Vaughan, D. A., and T. T. Chang. 1995. Collecting the rice gene pool. In : Collection plant genetic diversity technical guidelines. (ed. by Guarino, L., V. Ramanatha Rao, and Reid, R.). pp.659-675. IPGRI., Rome, Italy.

41. Xiao, J., S. Grandillo, S. N. Ahn, S. R., McCouch, S. D. Tanksley, J. Li, and L. Yuan. 1996. Genes from wild rice improve yield. Nature 384:223-224.

42.Yuan, L. P., and S. S. Virmani. 1988. Status of hybrid rice research and development .pp.7-24. In : Hybrid rice. IRRI, Losanos, Laguna , Philippines.

Studies on the Yield Components in the Progenies Derived from the Hybrid and Backcross between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma et Shastry[1]

Charng-Pei Li[2], Yih-Chuan Kuo[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

Two *sinica* varieties, Tainung 67(TNG 67) and Taiken 1(TK1), and a wild rice, *O. nivara* (Acc.104705) were used as the recurrent parents and non-recurrent parent, respectively, to investigate the genetics and breeding behaviors for the fertility, panicle number, grain number of per panicle and 1000-grain weight of the interspecific hybrid progenies of *Oryza* species. The F_1, F_2, BC_1F_1, BC_1F_2, BC_2F_1, BC_2F_2, BC_3F_1 and BC_3F_2 populations of two cross combinations were simultaneously planted at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute in the first crop of 1996. The following results were obtained. The F_1 cross compatibility of two crosses, TNG67 × *O. nivara* and TK1 × *O. nivara*, was 51% and 58% respectively. These results might suggest that no serious reproductive barrier between two *scinca* varieties and the wild rice. Heterosis was found in both number of panicle per plant and 1000-grain weight for the hybrids. The grain number per panicle was similar to the wild parent. From observing the distribution patterns of F_2 population, it was found that there were many plants leaned toward the wild parent, the variation was height and showed transgressive segregation in all of these characters. The results put F_2 populations at a disadvantage in selection. In the BC_1F_1 generation, backcrosses were carried out in both cross combinations based on plant type (similar to cultivated varieties). The selected hybrid plant was ratooned to obtain F_2 seeds. The variation in yield components for various backcrosses were then observed. Results indicated that the plants with superior characters would be observed in duplication in various backcross populations. For example, the mean of fertility and 1000-grain weight of BC_2F_2 and BC_3F_2 in TK1 × *O. nivara* cross combination were better than the recurrent parent(TK1). Furthermore, as increasing in the number of backcross the variation in the characters became small. This indicated that plants with homogeneous genetic background could be obtained from the populations in a s hort time spectrum. According to the results found, that the wild rice *O. nivara* could be a germplasm potential for improving cultivated rice yield components, i.e., spikelet fertility, panicle number per plant, grain number of per panicle and 1000-grain weight, by recurrent backcross method should be hypothesized.

Key words: Recurrent backcross, Interspecific hybridization, *Oryza sativa*, *O. nivara*. Yield components.

---

1. Contribution No. 1996 from Taiwan Agriculture Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant and Senior Rice Breeder, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：13～21（1999）

台南白玉米族群分蘗數表現之探討[1]

謝光照　何千里　盧煌勝[2]

摘要：在春作環境下，不同地區之台南白族群分蘗數表現有明顯差異，平均而言，以台東族群最多(2.32)，其次爲屏東、花蓮及雲林族群(1.94～2.00)，而台中及台南兩族群則較少(1.62 及 1.66)，可能係長期處於不同生態環境形成分化所致。

台中族群平均之分蘗數，在不同期作的表現，呈現春作(1.65)＞夏作(1.02)＞秋作(0.46)＞冬季裡作(0.23)之大小趨勢，顯示栽培期作環境的不同會影響分蘗數的產生。

經 Hayman 及 Griffing's 之遺傳分析，顯示分蘗數受累加性及非累加性基因共同控制，但期作環境會改變 GCA/SCA 比值，呈現春作(2.41)＜夏作(5.29)＜秋作(11.67)；其狹義遺傳率之大小也隨期作而變動，呈現春作(0.342)＜夏作(0.527)＜秋作(0.671)之趨勢；同時影響其表現之最少顯性基因群數，呈現春作(5 群)＞夏作(4 群)＞秋作(2 群)。在春作及夏作顯性基因爲分蘗數產生之增量基因；而秋作顯性基因之作用則明顯減弱且無一定作用方向，故其分蘗數之產生相對的也較少。

關鍵詞：台南白、玉米、族群、分蘗數。

前　言

玉米的近緣種大芻草(teosinte)爲一種高分蘗之牧草，生長習性類似雜草或半野生雜草，可作爲玉米抗病蟲、多年生及分蘗性等特性轉移之種質。謝等[3,4]以多年生及一年生二倍體大芻草與玉米雜交，探究其分蘗性，結果顯示在不同的雜種世代後裔中，呈現依玉米遺傳質比率之增加，其分蘗數明顯減少現象。Sehgal[13]指出玉米分蘗數的產生，係由遺傳基因控制，可能與其近緣種 teosinte 有豐富之分蘗有某種程度之相關性；玉米的分蘗性除受遺傳控制外[6]；與其生長的環境因子如肥料成分、溫度、栽培密度等均有密切關係[7,14]，亦即易受環境影響其表現程度。

雖然具有豐富分蘗的玉米，可能對養分的吸收及水分的缺乏之抗性較好，但在青割玉米品種中有分蘗與無分蘗的品種間，其營養價值(IVDM)則沒有明顯差異存在[8]。一般有分蘗的品種，在中耕培土作業中，常對中耕機及施追肥造成困擾，因此須摘除分蘗而增加工作量，故一般農民不太喜歡有分蘗的品種。台灣鮮食用玉米台南白品種具有分蘗，可能與其適應性有關，而其分蘗之表現在適應於不同地區的族群間及不同的栽培期作中其分蘗數的表現情形與其遺傳現象，均未有報告發表，值得加以探討，並可作爲自交系選拔及育種之參考。

---

1. 台灣省農業試驗所　研究報告第 1967 號。

2. 本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

(一) 不同地區台南白族群分蘗數之變異

以從六個不同地區蒐集之台南白族群(台中、雲林、台南、屏東、台東及花蓮)爲材料，於 1994 年春作(3 月 20 日)種植於農試所試驗田，田間設計爲逢機完全區集設計，二重複，行株距爲 80×30cm，每一族群種植 500 穴，兩粒播，出土二週後間苗，每穴僅留一株。以台肥 39 號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O=12:18:12$)每公頃 500kg，於播種前施入播種溝內。待玉米出土後 45 天，約 60～70 公分高時，每一族群每重複逢機 200 株，合計 400 株，調查單株之分蘗數，以No./plant爲單位表示。數據進行頻度分布圖之製作。

(二)台中台南白族群在不同期作其分蘗數之表現

爲進一步探討期作與分蘗數之表現，本試驗以台中地區族群爲材料，分別於 1995 年春作(3 月 28 日)、夏作(5 月 9 日)、秋作(9 月 4 日)及冬季裡作(10 月 26 日)種植於農試所試驗田。田間設計爲逢機完全區集設計，四重複，行株距爲 80×30cm，每重複種植 200 穴，兩粒播，出土二週後間苗，每穴僅留一株。以台肥 39 號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O=12:18:12$)每公頃 500kg，於播種前施入播種溝內。待玉米長至約 60～70 公分時，每重複逢機取 150 株，共計 600 株，調查單株之分蘗數，以 No./plant 爲單位表示。調查結果進行頻度分布圖之製作。

(三)分蘗數之遺傳分析

本試驗所使用之自交系分別來至八個不同地區之族群(台中(A)、台南(B)、雲林(C)、桃園(D)、台東(E)、彰化(F)、屏東(G)及花蓮(H))經二年春、秋作連續自交分離至 S_4 世代之自交系[5]及其 28 個全互交 F_1 組合(不包括反交)，於 1995 年春作(3 月 28 日)、夏作(5 月 9 日)及秋作(9 月 4 日)於農試所試驗田進行試驗。自交系及 F_1 分開種植，田間採逢機完全區集設計，四重複，行長 6m，行株距爲 80×30cm，兩粒播，F_1 爲單行區(每行 20 穴)，自交系爲 3 行區，肥料施用量以台肥 39 號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O=12:18:12$)每公頃施 500kg(即氮素 60kg:磷 90kg:鉀 60kg)。於玉米出土後二週間苗，待玉米長至約 60～70cm (輪生初期)時，調查所有植株之分蘗芽數，以No./plant爲單位表示。所得數據以Hayman[10,11]之公式進行遺傳介量及基因作用成分之分析；同時以 Griffing[9]模式 I ，方法二進行組合力分析。

結果與討論

台南白爲一天然混交種(open-pollinated)，植株高大，株高約 200～250cm，穗位高約 80～120cm，幼苗期莖部爲褐紅色，莖粗，直徑約 1.5～2.0cm，綠色，但有 1/20～1/30 植株莖部爲淡褐紅色，葉片寬大，綠色，性狀極不整齊；除植株高低不一外，不結實株不少，果穗爲圓筒形，長約 15～18cm；粒大，深度約 1cm，橫寬約 1.2cm，扁圓形，白色，大部分果穗籽粒行數爲 8～10 行，呈馬齒型，但偶而有硬粒型出現。穗軸白色，直徑小而堅硬，脫粒率約 78～82%，每株結穗 1～2 穗，每公頃籽實產量爲 2,500～3,500kg[2]。爲台灣主要之鮮食用白玉米品種，於乳熟期或糊熟期採收，不論是碳烤或水煮均深受消費者喜愛。

(一)不同地區台南白族群分蘗數之變異

適應於不同地區之台南白族群，在田間之栽培發現植株基部有類似大芻草之分蘗產生，分蘗數變異極大。調查 1994 年春作(3 月 20 日)播種的六個不同地區之台南白族群，發現不同地區之族群間，其分蘗數的分布有很大差異(圖 1)，由圖中可看出台中地區之族群，其分蘗數之變異範圍介於 0～5 之間，以 2 個分蘗之植株佔較多約 31%，其次爲 0、1 及 3 個分蘗之植株各約佔 20%左右，具有 4～5 個分蘗者僅佔 6%。雲林族群，則以 2～3 個分蘗之植株較多，約佔 55%左右，其次爲 0～1 個分蘗者約佔 34%，而 4～5 個分蘗者約佔 10%左右。台南族群，以 2 個分蘗者較多約佔 30%，其次爲無分蘗者約佔

28%，3 個分蘗者約佔 19%，1 個分蘗者約佔 16%，而 4～5 個分蘗者僅佔 8%左右。屏東地區之族群，以 2～3 個分蘗者較多約佔 60%左右，0～1 個分蘗者佔 31%左右，而 4～5 個分蘗者佔 9%左右。台東

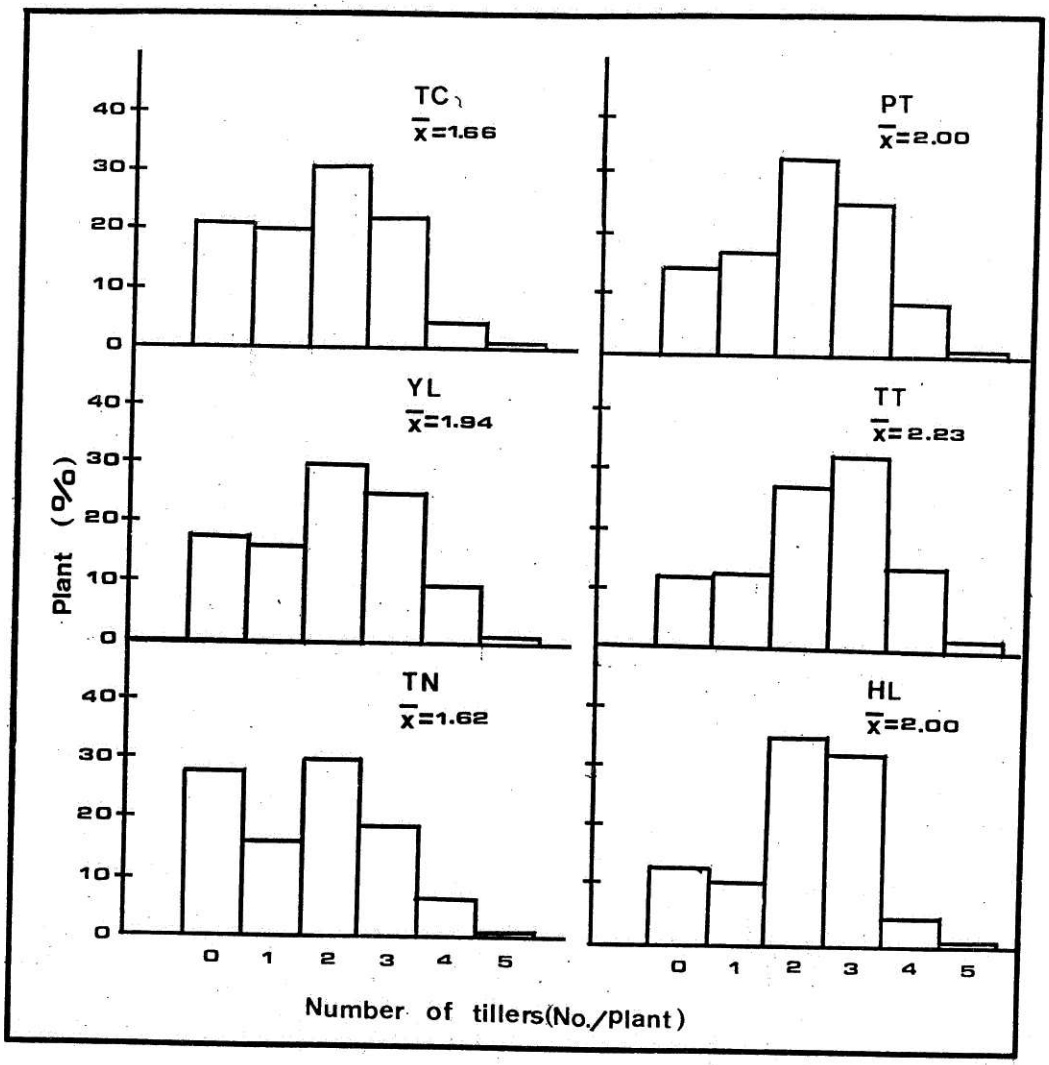

圖 1. 不同地區台南白族群分蘗數之頻度分布.

Fig. 1. Frequency distributions of tiller number for TNW maize populations acclimated at different areas in Taiwan, and planted at Wufeng in spring of 1994.
TC: Taichung, YL: Yunlin, TN: Tainan,
PT: Pingtung, TT: Taitung, HL: Hualien.

地區之族群以 3 個分蘗者佔 33%，2 個分蘗者佔 27%，4 個分蘗者佔 14%，具有 0 與 1 個分蘗者各佔 12%，5 個分蘗之植株約有 2%左右。花蓮地區之族群，具有 2～3 個分蘗者約佔 67%，其次爲 0 及 1 個分蘗者，分別佔 13%及 10%，具有 4 個分蘗者佔 5%左右，而 5 個分蘗之植株約有 1%左右。大部分地區，以 2～3 個分蘗之植株所佔比例較高，變異範圍介於 0～5 個之間，其族群結構在不同地區之間略有不同。由族群的平均值，可看出台東族群之平均分蘗數(2.32)最多，其次爲屏東、花蓮及雲林族群(1.94～2.00)，而台中及台南兩族群則較少(1.62～1.66)，不同地區台南白族群之差異，可能與其長期處於不同生態環境以致有分化所致[1]。

(二)台中台南白族群在不同期作其分蘗數之表現

台中地區之台南白族群，在春、夏、秋及冬季裡作其分蘗數的表現有很明顯的差異(圖 2)。春作(3 月 28 日)播種者，其頻度分布以具有 2 個分蘗者約佔 31%，無分蘗者佔 25% ，3 個分蘗者佔 22%，1 個分蘗者佔 16%，4 個分蘗者佔 5%，5 個分蘗者佔 1.5%左右。夏作(5 月 9 日)播種者，以無分蘗者約佔 37%，其次爲 1 個分蘗者佔 30%，2 個分蘗者佔 27%，3 個分蘗芽者佔 6%左右。秋作(9 月 4 日)播種者，顯示無分蘗之植株所佔之比率最大，約有 71%，而有 1 個分蘗者約佔 16%，2 個分蘗者佔 10%，3 個分蘗者佔 3% ，而 4 個分蘗以上之植株佔 2%左右。冬季裡作(10 月 26 日)播種者，無分蘗之植株佔有 83%左右，具有 1 個分蘗者佔 13%，2 個分蘗者佔 3%，而具 3 個分蘗之植株則約佔 1%，並沒有 4 個分蘗之植株出現。進一步由其平均值加以比較，發現台中台南白族群之分蘗數，呈現春作(1.65)＞夏作(1.02)＞秋作(0.46)＞冬季裡作(0.23)之大小趨勢，而此現象可能與控制分蘗產生之基因易受環境影響其表現[6]，或許與其幼苗期生長環境溫度之高低有密切關係[14]。

(三)分蘗數之遺傳分析

不同期作之結果先經 Hayman 之均質性測驗，剔除不合之親本及 F_1 後，詳如表 1 內所列。春作及夏作剔除 B 親本，秋作則經剔除 B 及 E 兩親本所包括之組合，再以 Hayman[10,11]之全互交分析法，進行遺傳介量與基因作用效應之分析。結果顯示，分蘗數之累加性作用(a)、顯性效果(b)、平均顯性效果(b1)及由特殊組合力所造成之顯性效果(b3)，不論在春作 、夏作或秋作均達顯著；而由親本遺傳因子頻度不相等所造成之顯性效果(b2)則不顯著(表 1)。

在春作環境下，由基因作用成份分析，顯示基因之累加性作用(D)、基因之顯性作用(H_1)、親本正負基因比值不等所造成之顯性效果(H_2)、組合的顯性作用(h^2)、環境作用(E)及基因表現程度爲顯性作用大於累加性作用(D-H_1 爲負值)均達極顯著。控制分蘗數的表現基因呈現超顯性。而其親本正負效應基因之比值相近，且顯隱性基因數目大約相等。分蘗數至少係由 5 群基因控制其顯性效果之表現，其狹義的遺傳率爲 0.342。另 Wr + Vr 與 Yr 之相關係數 r 值達極顯著爲-0.905，表示顯性基因爲增加分蘗數之增量基因(表 2)。

在夏作環境下，分蘗數的表現呈現基因之累加性作用(D)、基因之顯性作用(H1)、親本正負基因比值不等所造成(H_2)之顯性效果、組合之顯性作用(h^2)、環境作用(E)及基因累加性作用效果大於顯性效果(D-H_1)均達極顯著。基因表現程度爲完全顯性，而其 $H_2/4H_1$ 偏離 0.25，表示正負基因分布不均對顯性作用有明顯影響；Kd/Kr 爲 1.784 大於 1，表示顯性基因的數目多於隱性基因之數目。分蘗數至少由 4 群基因控制其顯性效果之表現，其狹義遺傳率爲 0.527。同時顯示 Wr + Vr 與 Yr 之相關係數 r 值爲-0.914，表示顯性基因爲增加分蘗數之增量基因(表 2)。

在秋作環境下，分蘗數的表現，呈現受基因之累加性作用(D)、親本正負效應基因比值不等所造成之顯性效果(H_2)、組合的之顯性效果(h^2)及環境效果(E)共同影響，但是其基因之平均顯性效果(H_1)及D-H_1 均未達顯著，表示在秋作環境下基因之表現明顯的受環境因子影響，故呈現基因的平均顯性作用(H_1)及親本正負基因不等效應所造成之顯性效果(H_2)之重要性降低，而其基因之累加性作用則呈現較顯性基因來得重要。其$(H_1/D)^{1/2}$ 值爲 0.964，表示其顯性基因之顯性程度爲完全顯性。$H_2/4H_1$ 之值爲 0.25

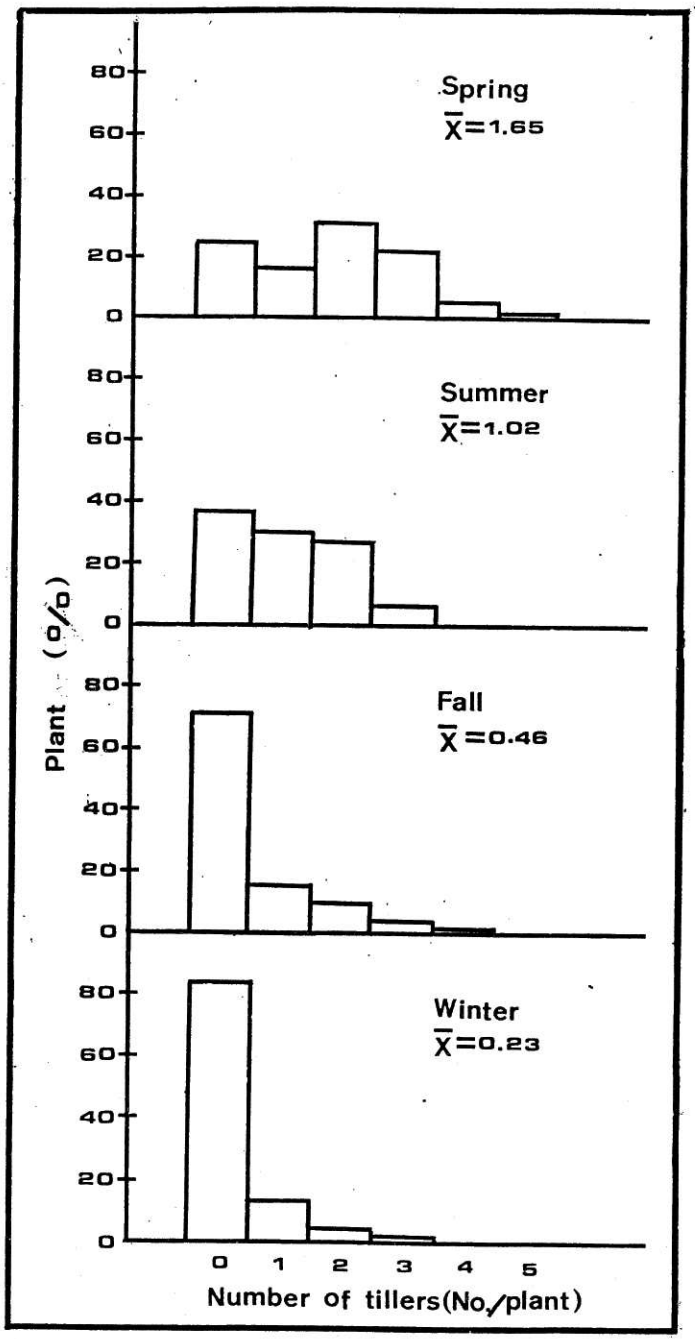

圖 2. 台中地區台南白族群在不同期作其分蘗數之頻度分布.

Fig. 2. Frequency distributions of tiller number of Taichung TNW maize population planted in four crop seasons of 1995.

呈現親本之正負效果基因數目比值相近；Kd/Kr 爲 0.12，呈現隱性基因數目明顯的大於顯性基因之數目；同時至少由 2 群顯性基因來控制其分蘗數之表現。狹義遺傳率爲 0.671。而其 Wr + Vr 與 Yr 之相關係數 r 值爲-0.176，未達顯著水準，顯示在秋作環境下較之在春作及夏作，其顯性作用明顯的減弱，且其作用無一定方向(表 2)。

表 1. 不同期作下台南白分蘗數全互交遺傳分析之均方值

Table 1. Mean squares of the analysis of variance for tiller number from diallel cross analysis in TNW maize population under three crop seasons.

Variation	Df	Crop seasons		
		Spring	Summer	Fall
Block	3(3)y	0.373*	0.648**	0.370**
Combination	27(20)	0.918**	0.799**	0.261**
a	6(5)	2.747**	3.727**	1.384**
b	21(15)	1.314**	0.762**	0.148**
b1	1(1)	20.324**	9.955**	0.440**
b2	6(5)	0.054**	0.281	0.064
b3	14(9)	0.496**	0.312*	0.163**
a/b ratio		2.09	4.89	9.35
Parent number		7	7	6
[z]Code of removed		B	B	B.E

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

[z] Codes of parent of being removed.

[y] The df of Fall crop season showed in parentheses.

表 2. 不同期作下台南白分蘗數之遺傳變方成分

Table 2. Estimated values of genetic variance components in diallel cross analysis of TNW populations under three crop seasons.

Genetic parameter	Crop seasons		
	Spring	Summer	Fall
D	0.192**	0.448**	0.043**
H_1	0.584**	0.327**	0.040
H_2	0.596**	0.305**	0.041*
h^2	2.473**	1.200**	0.051*
F	-0.007	0.215**	-0.066
E	0.031**	0.038**	0.016**
$D-H_1$	-0.391**	0.120**	0.003
$(H_1/D)^{1/2}$	1.744	0.855	0.964
$H_2/4H_1$	0.250	0.232	0.250
Kd/Kr	0.977	1.784	0.120
h^2/H_2	4.151	3.930	1.260
Narrow-sense heritability	0.342	0.527	0.671
r [(Wr + Vr)/Yr]	-0.905**	-0.914**	-0.176

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

綜合上述分蘖數在春、夏及秋作之表現，呈現易受環境因子(E)所影響，同時發現基因之累加性作用隨春、夏及秋作之順序其GCA/SCA均方比值漸增大(表3)，且其a/b均方比值亦漸增大(表1)，顯現隨著春、夏、秋之變化其累加性之重要性增加，此累加性基因係隱性之減量基因；相對的其基因作用之顯性效果則呈現降低趨勢。在春作及夏作增加分蘖數產生之顯性效果係由平均顯性效果及組合所造成之顯性效果所共同組成；但秋作其平均顯性效果變爲不顯著，而其顯性效果主要由組合所造成之顯性效果所控制。故期作間其狹義遺傳率及GCA/SCA均方比值呈現春作＜夏作＜秋作之趨勢；同時基因之顯性程度由春作的超顯性轉變爲夏作及秋作之完全顯性；顯性基因在春作與夏作爲增量基因，而秋作顯性基因之增量作用明顯減弱，呈現不明顯之作用方向。

表3. 台南白分蘖數在不同期作下其組合力變方分析之均方值

Table 3. Mean squares from combining ability test for tiller number of evaluated at three crop seasons of 1995.

Variation	Df	Crop seasons		
		Spring	Summer	Fall
GCA	7	0.528**	0.678**	0.362**
SCA	28	0.219**	0.128**	0.031**
Error	105	0.034	0.027	0.016
GCA/SCA		2.41	5.29	11.67

** Significant at 0.01 probability level.

本試驗之結果與Emerson[7]、Rood and Major[12]及Stuber et al.[15]認爲玉米分蘖數之表現，具有低的遺傳率，易受環境影響之結果相符。同時本試驗之結果也顯示種植期作環境的改變，會改變控制分蘖數基因之表現，故其累加性與非累加性基因之作用的重要性會有明顯的改變，同時所估得之最少基因群也有所變動，呈現春＞夏＞秋作之現象。本試驗之結果，顯示期作間玉米分蘖數的表現程度，呈現春作及夏作大於秋作，可能與其分蘖產生時期之溫度有關。因此台南白族群分蘖芽的去除，宜於春作及夏作較易表現之季節選少分蘖之植株，進行輪迴改良或自交系之自交分離，如此較易於去除具有分蘖之特性。

引用文獻

1. 黃懿秦、楊文煌、曾美倉、謝兆樞。1990。不同地區之台南白玉米族群間農藝性狀差異之比較。台大農學院研究報告30(3):52-59。
2. 張新吉。1994。本地白玉米「台南白」。農友通訊157:76-83。
3. 謝光照、何千里、盧煌勝。1997a。多年生大芻草與玉米雜交後裔之分蘖性及地上部鮮重之研究。中華農業研究46:228-240。
4. 謝光照、何千里、盧煌勝。1997b。一年生大芻草與玉米雜交後裔之分蘖性及地上部鮮重之研究。中華農業研究46:241-248。
5. 謝光照、曾富生。1998。台南白玉米群族自交系之育成與評估。中華農業研究47:(4)：327-337。
6. Duncan,W.G. 1975. Maize. P.23-50. Crop physiology, some case studies. In: Evans,L.T. (ed.) Cambridge Univ. Press, London.
7. Emerson,R.A. 1913. The inheritance of quantitative characters in maize. Nebraska Univ. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 2.
8. Freyman,S., M.S.Kaldy, D.M.Bowden, and B.D.Wilson. 1973. Nutritive potential of multitillering corn compared with nontillering corn for silage. Can. J. Plant Sci. 53:129-130.
9. Griffing,B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9:463-493.

10. Hayman,B.I. 1954a. The analysis of variance of diallel table. Biometrics 10:235-244.
11. Hayman,B.I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809.
12. Rood,S.B., and D.J.Major. 1981. Inheritance of tillering and flowering time in early maturing maize. Euphytica 30(2):327-334.
13. Sehgal,S.M. 1963. Effects of teosinte and tripsacum introgression in maize. The Bussey Institution of Harvard university. Cited in Duncan(1975).
14. Smith,J.S.C., M.M.Goodman, and R.N.Lester. 1981. Variation within teosinte. Ⅰ.Numerical analysis of morphological data. Econ. Bot. 35(2):187-203.
15. Stuber,C.M., R.H.Moll, and W.D.Hanson. 1966. Genetic variances and interrelationship of six traits in a hybrid population of Zea mays L. Crop Sci. 6:455-458.

48-1-2

The Study of the Tiller Number for Tainan-White Corn Populations[1]

Guang-Jauh Shieh, Chan-Lee Ho and Hung-Shung Lu[2]

Summary

Tainan-white (TNW) is a native maize population which has been cultivated for over 80 years in Taiwan, and ultilized as a green corn. The present result indicates that the tiller number of TNW population was largest in Taitung area, followed by Pingtung, Hualien, Yunlin, Taichung and Tainan, when these populations were planted in spring crop season. The environment of collecting areas maybe a main factor conferring the differentiation of the native populations.

Among culture seasons tiller number of Taichung TNW population showed the order: spring > summer > fall > winter. The result implies that crop season may affect the tiller number of TNW population.

The general combining ability effect (GCA) and specific combining ability effect (SCA) showed significant effect on tiller number. The contribution of GCA and SCA variance might also be affected by planting seasons. Narrow-sense heritability and GCA/SCA ratio showed the order: fall > summer > spring. But the least dominant gene number controlling the tiller number showed 5 in spring, 4 in summer and 2 in fall. The dominant genes seemed to increase the tiller number in spring and summer; but their dominant effects had no definite direction in the fall, and this might explain that the tiller numbers in spring and summer were larger than that in the fall crop seasons.

Key words: Tainan-White, Maize, Population, Tiller number.

---

1. Contribution No. 1967 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：22-39（1999）

台南白 F_1 雜種在不同期作產量潛能之表現[1]

謝光照[2] 曾富生[3]

摘要：爲瞭解由不同地區台南白族群選獲之自交系所組合而成之 F_1 雜種，在台灣不同期作下其產量潛能之表現情形，使用 8 個自交系及其 28 個 F_1 雜種爲材料，分別於 1995 年春(3 月 28 日)、夏(5 月 8 日)、秋(9 月 4 日)及冬季裡作(10 月 26 日)於農試所試驗田進行試驗。結果顯示台南白 F_1 雜種之果穗鮮重、籽粒乾重等產量之平均表現，呈現秋作及冬季裡作＞春作＞夏作。基因型與期作間有明顯的交感作用。經四個期作不同環境評估其產量及農藝性狀，並與台南白族群比較結果，顯示台南白 F_1 雜種中，有些組合不但產量高於對照種，且在四個不同期作中均名列前茅，表現相當穩定，其中以 G×E、H×G 及 H×E 等 F_1 雜種較符合產量高、長穗型、行數八行，且植株不易倒伏之育種目標。

關鍵詞：台南白、玉米、F_1 雜種、期作、產量潛能。

前　言

台南白爲一天然混交種(open-pollinated)，植株高大，約高 200-250 公分，穗位高約 80-120 公分，幼苗期莖部爲褐紅色，莖粗，直徑約 1.5-2.0 公分，綠色，但有 1/20-1/30 植株莖部爲淡褐紅色，葉片寬大，綠色，性狀極不整齊；除植株高低不一外，不結實株不少；果穗爲圓筒型，長約 15-18 公分，粒大，深度約 1 公分，橫寬約 1.2 公分，扁圓型，白色，大部分籽粒行數爲 8-10 行，呈馬齒型，但偶而有硬粒型出現。穗軸白色，直徑小而堅硬，脫粒率約 78-82 %，每株結穗 1-2 穗，每公頃籽實產量爲 2,500-3,500 公斤，但在試驗區保持密度及增施肥料量時可達 5,000 公斤以上。雄花抽穗日數約 60-75 天，吐絲日數爲 70-85 天，視栽培季節溫度的高低而定[3]。根據黃等[2]研究指出播種至雄花抽穗期之累積溫度爲 1,000℃，熱量單位爲 2,200℃，播種至雌穗吐絲期之累積溫度爲 1,050℃，熱量單位爲 2,300℃。「台南白」對煤紋病、葉枯病及銹病具有中抗程度之抗性，但對露菌病及螟蟲之抵抗性較弱。

玉米的生育常因栽培地點[9,14]、期作[1,5]環境之不同而有顯著差異，並且有基因型與環境之交感作用[6,15]，顯示基因型的表現極易受環境影響。基因型與環境的交感作用，對育種者來講是一種挑戰，因交感作用會降低了外表型值與基因型值之相關性。Francis et al[8]與 Kang and Gorman[11]均認爲當有基因型與環境之交感作用存在時，應當謹慎，宜以多地點，多季節，多重複之試驗進行評估；須同時在良好環境及逆境中進行選拔，才易於選出適應性大之基因型[7]。

作物的生長及產量是一個相當複雜的性狀，受許多遺傳與環境因子的控制。氣候因子中對作物生長影響最直接的爲溫度與日照。Hunter et al.[10]指出，在長日照下玉米植株平均每日乾物質生產量較多

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1968 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝學系教授。臺灣省　臺中市。

，主要是由於有較大的葉面積，能增加光合產物；而在較低溫下，籽粒產量則較大，主要是籽粒充實期增長及開花後有較高比例的乾物質累積在籽粒；較長日照及較低溫的聯合運作下，植物最後的乾物重及籽粒產量均達最大。

美國、西非、加勒比海等地區之居民，偏愛黃色胚乳，常在玉米果穗未成熟前採收食用[16]，而東南亞、台灣及中國大陸沿海的消費者則偏好白胚乳的玉米，於乳熟期採收(green corn)當作休閒之消費品。在台灣鮮食用白玉米以台南白爲主，而且是農民自行留種，爲一從未經過改良之天然混交族群。目前有關鮮食用白玉米 F_1 雜種表現情形之研究尚缺少。

本研究目的在探討台南白 F_1 雜種在不同期作下其產量潛能之表現，期望選育適合台灣一年四季皆可栽培、生長勢強、產量高且穩定之 F_1 雜種。

材料與方法

本試驗所使用之自交系分別來自彰化(Changhua,CH)、台南(Tainan,TN)、雲林(Yunlin,YL)、桃園(Taoyuan,TY)、台東(Taitung,TT)、台中(Taichung,TC)、屏東(Pingtung,PT)及花蓮(Hualien,HL)等地之台南白族群經自交分離至 S_4 世代之自交系，其詳細特性之描述如表 1 所述。上述 8 個自交系及其 28 個全互交 F_1 組合(不包括反交)與全省台南白(八個不同地點之台南白等量種子混合而成)族群爲對照種，於 1995 年春(3 月 28 日播種)、夏(5 月 8 日播種)、秋(9 月 4 日播種)及冬季裡作(10 月 26 日播種)於農試所試驗田進行試驗。自交系及 F_1 分開種植，田間採逢機完全區集設計(RCBD)，四重複，行長 6m，行株距爲 80×30cm，F_1 爲單行區，自交系爲 3 行區，台南白族群爲 5 行區。公頃三要素肥料量爲 N：P_2O_5：K_2O ＝ 200：90：60 公斤，基肥以台肥 39 號複合肥料(N：P_2O_5：K_2O ＝ 12：18：12)500kg/ha 施用，即氮素 60 公斤及磷、鉀肥全量當基肥施用，其餘氮素 140kg 則待玉米長至齊膝期以硫酸銨(N ＝ 21%)當追肥施用，再進行培土。而整個玉米生長期間田間之管理工作，如除草、中耕、培土、病蟲害防治及灌溉，則依實際需要進行之。

表 1. 八個不同地區台南白族群自交分離選留自交系之系譜及性狀之描述

Table 1. Pedigree and characters description of inbred lines derived from eight TNW populations.

Genotype code	Pedigree	Sites	Kernel type	Growing degree day to flower (℃ day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Total leaf number (No.)	Top ear node (No.)
A	80TNW 7	TC	Dent	779	155±11	63±6	14.7±0.7	6.1±0.3
B	81TNW6-3-1-1	TN	Flint	726	154±10	78±6	15.9±0.9	6.7±0.5
C	81TNW34-1-2-1	YL	Dent	779	146±11	67±8	16.1±0.6	6.5±0.7
D	81TNW80-1-2-2	TY	Flint	800	160±10	77±10	14.1±0.6	5.0±0
E	81TNW197-1-1	TT	Flint	779	184±11	98±10	16.7±1.2	6.5±0.5
F	81TNW103-1-2-2	CH	Flint	779	129±6	57±7	15.5±0.8	6.7±0.5
G	81TNW208-1-3-3	PT	Dent	800	132±11	61±12	14.7±1.2	6.7±0.5
H	81TNW219-2-1-1	HL	Flint	835	148±8	60±8	15.2±0.4	6.4±0.7

(Continue table 1)

Genotype code	Pedigree	Sites	Ear number (No.)	Leaf area (cm^2/plant)	Ear length (cm)	Row number (No.)	100-kernel weight (g)
A	80TNW 7	TC	1	4509	14	8	33.6
B	81TNW6-3-1-1	TN	2	4358	16	8	25.5
C	81TNW34-1-2-1	YL	2	4027	14	12-14	22.0
D	81TNW80-1-2-2	TY	2	4375	11	8	29.7
E	81TNW197-1-1	TT	2	6331	18	8	35.8
F	81TNW103-1-2-2	CH	2	4470	14	8	27.8
G	81TNW208-1-3-3	PT	2	4993	17	8-10	29.2
H	81TNW219-2-1-1	HL	1	4144	15	8	29.1

生育期間調查各種農藝性狀，包括開花期、吐絲期、株高、穗位高、果穗鮮重(乳熟期)、穗徑、穗長、行數、每行籽粒數、果穗乾重(生理成熟期)、籽粒乾重、籽粒深度、百粒重及百粒體積。各項農藝性狀之調查方法如下：

(1)開花期(days to tasseling)：係指由播種日起至小區中 50%植株達雄穗開花所需之日數。

(2)吐絲期(days to silking)：係指由播種日起至小區中 50%植株達雌穗開始吐絲所需之日數。

(3)株高(plant height)：每小區逢機 10 株，於植株雄穗開花後，由地面至雄穗穗頸節之平均高度，以 cm 表示。

(4)穗位高(ear height)：每小區逢機 10 株，於雌穗吐絲後，由地表至最上位雌穗著生節位之平均高度，以 cm 表示。

(5)果穗鮮重(ear fresh weight)：於乳熟期每小區逢機採收 5 穗，剝掉苞葉後，秤鮮果穗之平均重量，以 g/ear 表示。

(6)穗徑(ear diameter)：上述乳熟期 5 逢機果穗，剝掉苞葉後，果穗中間部位寬度之平均直徑，以 mm 表示。

(7)穗長(ear length)：上述乳熟期之 5 逢機鮮果穗，量其整穗長度之平均值，以 cm 表示。

(8)行數(row number)：乳熟期採收之果穗，調查其單穗之平均籽粒行數。

(9)單行籽粒數(kernel number)：於乳熟期採收之 5 個逢機果穗，每穗逢機選取果穗上之一行，數其籽粒數之平均值，以 No./row 表示。

(10)果穗乾重(ear dry weight)：達生理成熟期之 5 逢機果穗，以 70℃之烘乾機烘 7 天，待回溫至常溫下，稱其果穗乾重，以 g/5 plant 表示。

(11)籽粒乾重(grain dry weight)：達生理成熟期之烘乾果穗，脫粒後籽粒(15.5%水分)之重量，以 g/5 plant 表示。

(12)籽粒深度(kernel depth)：達生理成熟期之烘乾果穗脫粒後，每小區取 10 粒量其深度之平均值，以 mm 表示。

(13)百粒重(100-kernel weight)：烘乾之 5 個果穗籽粒，逢機取 100 粒，秤其重量，以 g 表示。

(14)百粒體積(100-kernel volume)：烘乾之 5 逢機果穗之籽粒，逢機取 100 粒，利用排水法，以 100ml 之量筒，加上 40ml 水後，再倒入 100 粒種子，震動排出種子表面氣泡後，記錄其上升之體積，以 ml 表示。四期作資料先進行合併之變方分析，再個別期作進行變方分析及平均值顯著性比較。

結　果

以台灣不同地區台南白自交系(TNW A～TNW H) 8 個及其半互交 28 個 F_1 雜種與台南白族群爲對照種進行產量比較試驗。試驗結果經變方分析之均方值，列於表 2。由表可看出所調查的性狀在期作間皆達極顯著差異；基因型與期作×基因型之交感作用，除了百粒體積外，其餘性狀如開花期、吐絲期、株高、穗位高、果穗鮮重、穗徑、穗長、行數、單行籽粒數、果穗乾重、籽粒乾重、籽粒深度與百粒重等均達極顯著，這表明基因型間性狀的表現有極大的變異，同時基因型與不同期作有交感作用。個別期作變方分析之結果，如表 3 所列。顯示不論春、夏、秋或冬季裡作的環境下，台南白基因型間性狀皆達顯著差異，表示基因型間在不同環境下，性狀的表現趨勢並不一致。

四個期作性狀之平均值列於表 4，四期作相比較，開花期及吐絲期呈現秋作＜夏作＜冬季裡作＜春作，即在春作及冬季裡作由播種日起至開花期及吐絲期所須之日數較長，而秋作及夏作生長初期爲高溫，致達到開花及吐絲所需之天數較短。夏作及冬季裡作一般株高較矮。果穗鮮重、穗徑、穗長、行數、單行籽粒數、果穗乾重、籽粒深度、百粒重及百粒體積均以秋作及冬季裡作較大，即台灣秋作及冬季裡作，氣溫係由高溫漸轉變爲低溫環境下，較有利於玉米產量潛能之發揮；春作表現次之；而夏作，整個玉米生長期間皆處於高溫環境下，不利於產量潛能之發揮。

在春作環境下，初期生長處於低溫－短日照，而果穗充實期間則爲高溫長日照，雖不是玉米表現高產之理想環境，但不同的基因型間性狀的表現仍有明顯的差異(表 5)。自交系一般呈現比 F_1 雜種晚開花及吐絲；其中除了自交系 E 外，其餘均呈現自交系比 F_1 雜種有較矮之株高及穗位高。果穗鮮重、穗徑、穗長、單行籽粒數、果穗乾重、籽粒乾重、籽粒深度、百粒重及百粒體積等自交系均表現較 F_1 雜種或台南白族群小。F_1 雜種的果穗鮮重表現與台南白族群相近或較優者有 G×C、H×G、E×C、G×E 等組合。生理成熟期果穗乾重表現與台南白相近或較優者有 G×C、E×A、E×C、G×B、H×G、H×C、C×B、E×B、G×F 等組合。生理成熟期籽粒乾重表現與台南白相近或較優者有 G×C、E×C、G×B、H×C、H×G、G×E、C×B、E×B、G×F、E×A、G×D、H×E 等組合。其中穗長、穗徑及籽粒排列較整齊，籽粒行數較少且籽粒產量表現較佳的有 G×B、E×B、H×E、G×E 等組合。春作表現較佳的 F_1 雜種其株高介於 223-240cm 之間，穗位高介於 106-122cm 之間，穗徑爲 39.7-42.2mm，穗長爲 17.5-19.5cm，籽粒行數爲 8 左右，籽粒深度介於 9.9-10.1mm 之間，百粒重介於 27.62-32.62g，百粒體積爲 23.25-28.25ml (表 5)。

表 2. 產量及農藝性狀四期作合併變方分析之均方值

Table 2. Mean squares of the combined analysis of variance for yield and agronomic characters across four crop seasons.

Source	DF	Days to tasseling	Days to silking	Plant height	Ear height	Ear fresh weight	Ear diameter	Ear length
Season(S)	3	2,893.4**	3,938.7**	39,064**	11,985**	41,619**	1,875**	572.1**
Block/seasons	12	3.7	4.4	241	161	241	7	4.1
Genotype(G)	36	55.5**	98.5**	11,956**	4,437**	3,588**	145**	73.4
S×G	108	5.0**	15.3**	290**	164**	149**	6**	4.0**
Error	432	1.2	2.5	88	63	41	3	1.7

(Continue table 2)

Source	DF	Number of kernel row	Kernel number per row	Ear dry weight	Grain dry weight	Kernel depth	100-kernel weight	100-kernel volume
Season(S)	3	3.81**	3,871**	64,905	54,634	194.33**	13,955.8**	8,440.6**
Block/seasons	12	0.31	34	239	187	0.43	19.1	10.2
Genotype(G)	36	10.19**	507**	2,955	2,213	13.15**	360.6**	217.2
S×G	108	0.41**	26**	171	144	0.61**	24.3**	15.9
Error	432	20.24	10	34	29	0.25	6.2	6.2

** Significant at 0.01 probability level.

表 3. 四個期作產量及農藝性狀變方分析之均方值

Table 3. Mean squares of the analysis of variance for yield and agronomic characters of TNW inbred lines, F_1 hybrids and open TNW population evaluated at four crop seasons, 1995.

Crop Seasons	Source	DF	Days to tasseling	Days to silking	Plant height	Ear height	Ear fresh weightr	Ear diameter	Ear length
Spring	Block	3	1.08	0.52	357*	104	3,454**	11.75**	4.54
	Genotypes	36	13.68**	9.73**	3,392**	1,750**	7862**	34.98**	3.16**
	Error	108	0.84	0.81	104	56	387	2.64	1.91
Summer	Block	3	1.73*	3.26	384**	289**	468	6.81	0.69
	Genotypes	36	15.33**	32.77**	3,237**	1,120**	5,398**	45.65**	16.19**
	Error	108	0.60	1.29	87	92	437	4.31	2.21
Fall	Block	3	6.02**	10.89**	35	100	5,546**	8.36*	10.74**
	Genotypes	36	9.55**	17.10**	2,209**	753**	12,246**	32.48**	23.27**
	Error	108	1.30	1.79	83	56	509	2.31	1.89
Winter	Block	3	6.29**	3.27	190*	151	205	2.74	0.77
	Genotypes	36	32.26**	84.92**	3,996**	1,307**	14,868**	52.40**	23.01**
	Error	108	2.27	6.36	77	48	3,272	77	0.78

(Continue table 3)

Crop Seasons	Source	DF	Number of kernel	Kernel number per row	Ear dry weight	Grain dry weight	Kernel depth	100-kernel weight	100-kernel volume
Spring	Block	3	0.11	63.9**	3,131**	2,057**	0.46	6.8	10.32
	Genotypes	36	2.41**	127.2**	6,224**	4,332**	2.98**	59.0**	39.77**
	Error	108	0.25	9.8	300	212	0.26	3.0	4.31
Summer	Block	3	0.38	4.0	4,044	2,169	0.45	20.88**	8.24
	Genotypes	36	2.09**	176.7**	31,493**	21,588**	4.92**	55.68**	28.67**
	Error	108	0.26	17.0	2,992	2,313	0.31	3.62	4.34
Fall	Block	3	0.32	68.0**	5,277**	4,439**	0.68	35.99*	17.52
	Genotypes	36	3.15**	127.1**	105,11*	8,488**	3.49**	152.21**	94.47**
	Error	108	0.21	8.9	485	498	0.26	12.05	8.67
Winter	Block	3	0.43	3.7	764	782*	0.1	12.86	5.08
	Genotypes	36	3.77**	155.0**	14,809**	11,478**	3.58**	166.37**	102.14**
	Error	108	0.23	4.9	305	244	0.17	6.14	7.50

*, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

表 4. 產量及農藝性狀在四個期作之平均值

Table 4. Means of yield and agronomic characters in four crop seasons across the diallel cross 28 F_1 hybrids and their parental inbred lines and CK variety at 1995.

Crop seasons	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weightr (g/ear)	Ear diameter (mm)	Ear length (cm)
Spring	60.1	63.4	208	100	134.5	39.4	15.7
Summer	52.5	55.0	171	84	101.6	37.4	14.6
Fall	49.6	51.6	203	98	199.9	43.6	18.2
Winter	54.9	59.7	193	84	212.9	45.0	18.7
LSD0.05	2.9	3.2	24	19	75.7	4.1	3.1

(Continue table 4)

Crop seasons	Number of Kernel row (No./ear)	Kernel number per row (kernel)	Ear dry weight (g/5 plant)	Grain dry weight (g/5 plant)	Kernel depth (mm)	100-Kernel weight (g)	100-Kernel volume (ml)
Spring	8.4	28.0	358.8	291.4	9.7	27.1	23.2
Summer	8.2	21.2	217.7	164.8	8.8	24.0	22.0
Fall	8.6	33.1	625.4	549.2	11.0	40.0	32.2
Winter	8.5	30.4	647.8	548.1	11.2	44.0	37.9
LSD0.05	0.8	9.1	238.3	210.8	1.0	6.7	4.9

表 5. 春作環境下，臺南白自交系、F_1 雜種與天然混合授粉族群產量及農藝性狀之平均值

Table 5. Means of yield and agronomic characters of the diallel-cross hybrids and their parental inbred lines and CK variety evaluated at spring of 1995.

Genotypes	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight (g/ear)	Ear diameter (mm)	Ear length (cm)
A	59.2	63.7	130	35	39.7	35.2	9.2
B	60.5	63.7	167	81	68.2	32.7	14.0
C	62.7	66.2	157	75	54.5	34.5	11.7
D	63.7	67.0	163	81	46.5	33.0	11.5
E	62.2	63.5	220	105	103.7	35.5	16.7
F	60.5	63.5	132	36	39.5	32.0	11.5
G	63.7	66.7	165	82	85.7	37.0	17.2
H	65.5	67.7	169	67	67.5	37.2	12.0
B×A	57.0	61.5	215	105	142.2	39.5	16.0
C×A	59.0	64.2	205	100	132.5	41.7	14.2
C×B	58.0	62.5	208	106	145.7	40.0	16.7
D×A	59.7	64.0	200	104	145.2	41.0	15.0
D×B	58.5	63.0	215	110	123.5	39.2	16.0
D×C	58.5	64.2	214	111	162.2	40.2	17.2
E×A	58.0	61.2	215	99	147.2	40.0	16.0
E×B	60.2	62.5	240	122	162.2	39.7	17.5
E×C	60.2	62.7	233	120	190.0	40.7	20.0
E×D	59.7	62.7	225	115	151.5	39.2	16.7
F×A	57.0	60.7	218	105	130.5	40.0	15.2
F×B	58.2	61.5	220	105	130.0	40.0	16.0
F×C	59.5	63.5	210	97	147.5	40.2	16.0
F×D	58.7	63.0	200	98	131.0	39.0	15.7
F×E	59.5	63.0	242	113	130.7	38.5	15.5
G×A	58.7	62.5	217	99	149.7	42.7	14.5
G×B	59.5	62.7	223	112	175.7	40.5	18.5
G×C	58.7	62.7	211	109	215.0	43.5	19.7
G×D	60.7	63.0	221	115	174.7	42.7	17.7
G×E	61.5	63.5	233	118	178.5	41.5	19.5
G×F	60.5	63.5	231	115	174.0	43.2	17.5
H×A	59.0	61.0	225	104	136.2	42.2	14.0
H×B	60.0	63.2	220	104	139.2	40.0	15.2
H×C	60.0	63.0	210	103	174.0	43.0	16.0
H×D	60.0	63.0	222	105	136.0	40.7	14.5
H×E	61.0	62.5	235	116	169.0	40.2	17.7
H×F	61.0	63.5	213	95	129.2	40.7	14.5
H×G	61.7	64.0	226	106	198.7	42.2	17.5
TNW(ck)	61.5	65.2	252	141	149.2	40.2	16.0
$LSD_{0.05}$	1.2	1.2	14	10	27.5	2.2	1.9

(Continue table 5)

Genotypes	Number of kernel row (No./ear)	Kernel number per row (kernel)	Ear dry weight (g/5 plant)	Grain dry weight (g/5 plant)	Kernel depth (mm)	100—kernel weight (g)	100—kernel volume (ml)
A	8.0	14.0	95.7	74.7	7.92	23.07	20.50
B	8.0	24.2	205.5	153.2	8.62	20.27	17.75
C	10.0	17.0	145.7	110.0	7.50	19.80	17.00
D	8.0	21.2	129.2	105.5	8.60	17.42	15.75
E	8.0	22.2	254.0	198.5	8.85	27.27	26.00
F	8.0	15.5	104.7	79.2	8.15	21.65	22.50
G	8.0	18.5	165.7	98.7	7.90	21.00	20.50
H	8.0	17.2	144.0	105.5	8.00	19.22	16.75
B×A	8.2	33.0	431.2	347.5	10.25	28.27	23.00
C×A	9.5	26.2	349.5	288.0	9.82	24.97	20.50
C×B	9.5	34.0	454.5	370.2	9.72	26.30	21.50
D×A	8.7	29.7	345.7	294.5	10.55	27.77	23.00
D×B	8.0	32.7	355.0	293.7	10.07	25.25	21.00
D×C	9.2	31.5	419.7	352.7	9.75	27.02	21.75
E×A	8.0	31.2	475.5	386.7	10.12	32.62	28.25
E×B	8.0	31.2	475.5	386.7	10.12	36.62	28.25
E×C	9.7	34.2	543.5	432.2	9.72	29.65	25.25
E×D	7.7	29.7	390.2	327.5	10.15	31.40	26.75
F×A	8.0	27.5	364.2	302.2	10.30	31.87	28.00
F×B	8.0	29.5	374.7	300.7	10.20	29.87	25.50
F×C	9.7	28.5	408.5	334.0	9.70	26.80	24.00
F×D	8.0	28.5	337.5	282.5	10.00	27.82	23.50
F×E	8.0	25.7	325.5	271.7	9.95	30.95	27.50
G×A	8.2	30.2	401.5	333.7	10.62	30.75	26.25
G×B	8.0	36.7	514.7	398.2	9.98	28.65	23.75
G×C	11.0	32.7	564.7	439.5	10.17	26.80	22.00
G×D	8.2	33.0	437.5	354.0	10.32	28.82	23.75
G×E	8.5	31.2	427.5	376.2	10.00	29.37	24.75
G×F	8.0	30.0	467.7	371.7	10.47	30.72	27.00
H×A	8.2	27.2	334.7	279.0	10.75	30.57	25.75
H×B	8.0	30.0	387.5	317.0	10.22	27.95	22.75
H×C	9.7	30.7	479.7	401.0	10.00	28.17	23.50
H×D	8.0	30.5	347.7	292.7	10.27	26.90	22.50
H×E	8.0	31.7	427.7	353.0	9.95	29.05	24.75
H×F	8.0	28.2	323.7	269.5	9.80	27.47	22.75
H×G	8.2	30.5	481.7	376.7	10.10	27.62	23.25
TNW(ck)	8.7	30.0	443.0	355.7	9.92	29.15	25.00
$LSD_{0.05}$	0.7	4.3	76.7	64.6	0.70	2.40	2.90

夏作環境爲高溫，多濕天氣，不利於玉米植株生長及籽粒之充實，故表現較其他期作低產(表 4)。由平均值之表現(表 6)可看出自交系比 F_1 雜種晚開花及吐絲，同時株高、穗位高、果穗鮮重(乳熟期)、穗徑、穗長、單行籽粒數、果穗乾重、籽粒乾重、籽粒深度、百粒重及百粒體積等性狀自交系均較 F_1 雜種小。由表中可看出 F_1 雜種在夏作表現較台南白族群早開花及吐絲；同時有部份組合具有較長之穗。F_1 雜種中果穗鮮重表現與對照種優或相近者有 E×C、G×E、H×C、H×E 及 H×G；果穗乾重則有 C×B、F×C、G×B、G×C、G×E、G×A、H×C、H×E、H×G、D×C 及 G×F 等；籽粒乾重則有 C×B、E×A、F×C、G×A、G×B、G×C 、G×E、G×F、H×C、H×E、H×G、D×C 及 H×A 等組合，顯示在夏作高溫多雨的不良環境下，有部分 F_1 雜種表現優於台南白族群，表示此 F_1 雜種在逆境下也有較佳之雜種優勢的表現。

秋作環境，玉米初期生長爲高溫多濕，有利於植株營養性狀之發育，隨著玉米漸長大至籽粒充實期時，轉變爲低溫短日照，此種環境爲較有利於玉米產量潛能之發揮。試驗結果之平均值列於表 7，由表中可看出自交系間各性狀之表現呈現顯著差異。自交系開花及吐絲呈現較 F_1 雜種延遲現象；大部分性狀則表現較 F_1 雜種小。F_1 雜種之開花期、吐絲期、株高與穗位高大部分組合表現與對照種台南白相近。F_1 雜種果穗鮮重表現與台南白相近或較優者有 E×C、G×A、G×B、G×C、G×E、H×A、H×C、D×C、H×E 及 H×G 等；果穗乾重則有 E×B、E×C、G×A、G×B、G×C、D×C、G×E、H×A、H×C、H×E 及 H×G；籽粒乾重則有 E×B、E×C、G×A、G×B、G×C、C×B、D×C、E×A、E×D、F×E、G×D、G×F、G×E、H×A、H×C 及 H×E 等組合。大部分組合其穗長、穗徑、籽粒深度、百粒重及百粒體積均較對照種台南白大。28 個 F_1 雜種中，表現優於或與對照種台南白相類似的約佔 1/3，顯然不同地區間之 F_1 雜種具有優良的雜種優勢存在，故表現較高之產量。

冬季裡作環境，溫度由高溫至低溫，再漸漸升高，玉米生長在此種環境下，有利於玉米高產潛能之發揮。由平均值的表現(表 8)，顯示自交系一般較 F_1 雜種晚開花及吐絲約 5-7 天左右；其株高、穗位高、果穗鮮重、穗徑、穗長、單行籽粒數、果穗乾重、籽粒乾重、籽粒深度、百粒重及百粒體積等均較 F_1 雜種小。F_1 雜種性狀之表現在基因型間有明顯差異。由表 8 可看出 28 個 F_1 雜種中，有部分組合表現較對照種晚開花及吐絲，大部分則表現相近。株高及穗位高之表現，大部分 F_1 雜種具有較矮之株高及穗位高，小部分則與對照種台南白族群相似。就果穗鮮重之表現，呈現較對照種台南白族群大者，28 個 F_1 雜種中就有 20 個，其中以 G×C、C×A、D×C 、G×A 及 H×G 等組合表現較爲突出。果穗乾重及籽粒乾重表現較高產者有 C×A、D×C 、E×C、G×A、G×C、G×D、H×A、H×C 及 H×G 等組合，其中 C×A、D×C、G×C 及 H×C 等組合之籽粒行數較多，但其籽粒深度、百粒重及百粒體積則較小，較不符合大粒型，行數 8 行之育種目標。

經過四期作，依據株型、穗型整齊度、穗長、行數、穗徑、果穗鮮重、果穗乾重及籽粒乾重等綜合表現，並參考自交系之表現，選留 G×E、H×E 及 H×G 等三組合，雖然 G×E 及 H×E 在產量的表現上不是很突出，但具有優良的果穗特性，因而選留爲較優之 F_1 雜種。獲選三組合，在春作及夏作均表現較對照種台南白早開花及吐絲之現象，而秋作及冬季裡作則稍晚於對照種；株高及穗位高的表現則與台南白族群相近；果穗鮮重不論在春、夏、秋及冬季裡作則較對照種增加 5～44%左右；穗徑的粗細與台南白族群並沒有太大的差異，表現極爲接近；穗長方面，三個獲選之組合均較台南白族群長；籽粒行數則以 8 行果穗居多；單行籽粒數則較台南白族群多；籽粒乾重之表現，不論那個期作均表現較對照種高產；籽粒深度、百粒重及百粒體積，除了夏作稍低於台南白族群外，其餘期作則表現較優或相近。

由不同期作的栽培，發現不同地區之台南白自交系所雜交而成的 F_1 雜種，在產量(乳熟期果穗鮮重或生理成熟期籽粒乾重)方面，有部分表現極爲突出且穩定，顯然 F_1 雜種對環境適應性與原台南白族群相似或更優，同時具有果穗外型整齊一致之優點，值得加以應用及推廣 F_1 雜種之栽培。

表 6. 夏作環境下，臺南白自交系、F_1 雜種與天然混合授粉族群產量及農藝性狀之平均值

Table 6. Means of yield and agronomic characters of the diallel-cross hybrids and their parental inbred lines and the CK variety evaluated at spring of 1995.

Genotypes	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight (g/ear)	Ear diameter (mm)	Ear length (cm)
A	52.5	56.5	111	46	37.7	31.5	10.2
B	52.7	55.5	119	52	57.0	31.5	13.8
C	55.0	60.2	117	57	38.2	31.5	10.8
D	56.5	60.2	125	66	35.7	31.7	11.3
E	55.7	58.2	141	66	56.2	31.5	14.2
F	53.7	57.0	100	38	44.5	33.2	11.7
G	56.5	60.2	119	64	53.0	31.0	14.8
H	57.7	62.0	133	56	35.2	30.2	10.1
B×A	50.7	52.7	182	86	85.0	37.7	13.7
C×A	51.0	53.7	172	91	104.5	39.0	12.8
C×B	50.7	53.7	173	87	123.5	39.5	15.6
D×A	51.0	53.5	183	96	77.5	38.0	12.4
D×B	50.5	53.0	176	89	90.0	39.7	16.2
D×C	51.7	53.5	190	97	133.5	39.7	16.2
E×A	51.5	53.0	184	87	115.5	37.7	15.9
E×B	51.7	53.5	191	97	106.7	37.7	16.1
E×C	52.2	54.7	194	98	158.5	39.2	18.1
E×D	52.2	53.7	200	102	107.0	38.0	15.0
F×A	50.7	52.2	177	80	88.0	37.7	13.5
F×B	50.7	52.2	180	83	97.7	37.7	14.5
F×C	50.7	53.2	182	89	135.0	39.5	15.9
F×D	50.7	52.7	180	93	98.5	39.2	15.0
F×E	52.0	54.0	189	92	95.5	36.7	16.0
G×A	51.7	53.2	186	85	138.2	41.2	16.0
G×B	51.2	53.7	183	93	131.2	39.0	18.2
G×C	51.7	54.5	183	96	131.0	40.0	15.3
G×D	51.7	54.0	176	90	106.7	40.0	15.3
G×E	53.5	54.7	193	102	147.5	39.7	16.7
G×F	52.0	54.0	188	95	94.7	36.2	13.9
H×A	51.7	54.0	194	94	118.5	39.7	14.8
H×B	52.2	54.0	188	95	94.7	36.2	13.9
H×C	52.0	53.2	189	99	142.5	40.5	16.0
H×D	52.2	54.0	190	96	119.0	40.2	14.3
H×E	52.2	54.0	195	97	139.5	39.5	16.1
H×F	52.7	54.2	176	80	93.2	40.0	13.5
H×G	53.0	54.2	189	90	166.5	39.7	15.7
TNW(ck)	57.5	59.0	191	86	125.2	40.5	15.0
$LSD_{0.05}$	1.0	1.6	13	13	29.2	2.9	2.0

(Continue table 6)

Genotypes	Number of kernel row (No./ear)	Kernel number per row (kernel)	Ear dry weight (g/5 plant)	Grain dry weight (g/5 plant)	Kernel depth (mm)	100—kernel weight (g)	100—kernel volume (ml)
A	7.7	9.0	66.0	43.5	7.70	23.82	23.75
B	8.0	16.0	135.7	91.2	7.90	19.70	18.00
C	8.7	9.5	63.5	35.7	6.25	14.50	16.00
D	7.7	9.0	58.5	39.0	6.80	18.00	17.50
E	8.0	13.5	98.2	66.0	7.45	21.17	21.75
F	6.7	10.7	80.5	51.0	7.47	21.42	21.25
G	8.0	7.0	74.7	39.0	6.10	17.47	17.50
H	7.5	6.5	44.0	19.5	5.85	12.97	15.25
B×A	8.0	19.5	221.2	164.0	9.15	28.17	24.50
C×A	10.0	20.5	230.7	180.5	9.47	24.70	21.50
C×B	8.7	26.5	302.7	249.0	9.22	25.65	21.00
D×A	8.2	20.5	174.7	134.7	9.30	23.35	20.25
D×B	8.0	23.7	195.7	150.7	9.15	22.62	21.50
D×C	9.5	26.0	287.7	227.5	9.45	24.15	21.00
E×A	8.0	25.5	274.5	217.5	9.52	29.80	24.50
E×B	8.0	23.2	275.5	187.2	9.25	27.85	25.50
E×C	10.0	29.2	267.5	190.7	9.15	24.90	22.00
E×D	8.0	22.5	202.7	158.0	9.37	25.32	22.75
F×A	8.0	18.7	185.7	142.5	9.55	27.12	24.50
F×B	8.0	23.2	256.0	197.2	9.27	27.62	24.50
F×C	8.5	25.5	322.7	259.7	9.32	26.60	24.50
F×D	8.0	20.2	211.0	167.7	9.40	27.65	25.00
F×E	7.7	19.7	177.7	138.0	9.17	26.87	25.50
G×A	8.0	27.5	312.2	246.0	10.32	28.07	26.00
G×B	8.0	27.7	298.2	214.7	9.25	24.67	22.75
G×C	10.5	23.5	296.5	225.0	8.92	23.60	19.75
G×D	8.7	23.5	202.7	150.5	9.12	22.00	21.00
G×E	8.0	27.2	295.2	220.2	9.10	25.12	22.50
G×F	8.0	24.2	278.0	210.7	9.30	27.12	25.25
H×A	8.0	27.0	267.0	126.7	10.25	26.10	23.50
H×B	8.0	25.2	219.2	155.0	9.25	24.42	22.00
H×C	8.7	30.2	332.7	263.7	9.22	24.35	21.00
H×D	8.0	27.5	218.5	166.5	9.92	24.70	22.00
H×E	8.0	27.7	291.2	234.0	9.15	25.35	22.75
H×F	7.7	22.7	187.2	142.5	9.72	24.37	22.25
H×G	8.0	22.7	178.5	216.5	9.05	22.27	22.00
TNW(ck)	7.2	22.5	253.0	188.0	9.30	27.20	24.50
$LSD_{0.05}$	0.7	5.7	76.5	67.3	0.78	2.66	2.91

表 7. 秋作環境下，臺南白自交系、F_1 雜種與天然混合授粉族群產量及農藝性狀之平均值

Table 7. Means of yield and agronomic characters of the diallel-cross hybrids and their parental inbred lines and the CK variety evaluated at spring of 1995.

Genotypes	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight (g/ear)	Ear diameter (mm)	Ear length (cm)
A	51.2	54.0	129	52	60.7	39.0	10.0
B	49.7	52.0	181	81	111.2	38.2	16.7
C	52.0	56.2	164	76	110.5	40.0	13.7
D	52.0	55.5	175	95	95.0	38.0	13.4
E	52.2	54.0	200	94	185.7	41.0	19.3
F	50.5	51.5	144	60	75.0	36.2	16.2
G	53.0	56.5	161	88	169.2	43.7	20.2
H	55.0	57.2	182	79	124.5	42.0	13.9
B×A	47.5	49.2	210	101	205.2	43.7	18.4
C×A	49.7	50.7	203	103	209.5	48.0	17.1
C×B	49.0	50.5	206	100	219.7	45.0	18.7
D×A	48.7	49.7	207	109	203.2	45.5	16.4
D×B	49.0	50.0	199	103	189.2	43.2	18.3
D×C	49.7	51.0	207	104	242.0	46.2	18.8
E×A	48.7	49.5	226	111	221.2	44.7	19.2
E×B	48.7	50.2	227	106	220.7	42.7	21.2
E×C	49.7	51.7	232	121	271.0	46.0	21.1
E×D	49.5	51.2	217	108	223.5	43.7	19.6
F×A	47.2	48.5	210	101	194.5	43.7	17.4
F×B	48.0	49.7	198	99	154.5	41.0	16.6
F×C	48.7	50.7	195	95	199.2	43.2	17.5
F×D	48.5	49.5	198	99	153.2	41.2	16.4
F×E	48.5	50.0	221	102	213.7	43.0	19.2
G×A	48.7	51.0	217	100	265.7	47.7	19.9
G×B	48.7	51.5	210	105	247.7	46.0	20.1
G×C	49.2	51.7	204	103	260.0	48.0	19.9
G×D	49.2	50.7	207	106	229.0	45.7	18.9
G×E	48.7	50.7	213	107	247.0	43.7	19.5
G×F	49.5	51.5	214	107	224.2	44.0	19.5
H×A	49.2	51.2	230	106	253.7	47.5	19.0
H×B	49.2	51.7	222	104	212.7	43.0	19.2
H×C	49.7	52.0	211	96	259.5	46.0	19.6
H×D	50.2	53.0	219	111	228.2	44.5	18.7
H×E	49.5	52.0	235	112	235.7	43.5	20.3
H×F	50.2	53.0	215	98	186.7	43.5	17.4
H×G	49.5	52.5	212	95	269.0	47.0	20.7
TNW(ck)	48.5	50.2	219	108	225.5	44.7	19.0
$LSD_{0.05}$	1.6	1.8	12	10	31.6	2.1	1.9

(Continue table 7)

Genotypes	Number of kernel row (No./ear)	Kernel number per row (kernel)	Ear dry weight (g/5 plant)	Grain dry weight (g/5 plant)	Kernel depth (mm)	100—kernel weight (g)	100—kernel volume (ml)
A	8.0	12.2	272.5	222.5	8.3	35.7	28.2
B	8.3	31.0	379.0	322.2	10.2	28.4	23.0
C	9.5	26.3	458.0	398.7	9.5	29.8	23.5
D	7.7	23.8	274.7	238.5	9.5	28.2	23.0
E	8.2	28.7	570.7	501.2	10.9	46.7	38.0
F	7.3	20.5	254.2	224.2	8.8	27.3	26.5
G	9.3	28.5	432.0	346.0	9.9	30.2	24.0
H	7.9	25.2	322.2	273.2	9.5	29.2	24.5
B×A	8.5	35.7	691.5	608.5	12.1	42.5	35.0
C×A	10.9	31.6	652.5	578.7	11.7	37.8	30.0
C×B	9.5	36.6	714.5	637.5	11.5	37.1	29.5
D×A	8.8	31.5	604.2	544.2	12.0	43.7	34.5
D×B	8.3	34.7	629.7	564.0	11.6	39.3	31.0
D×C	10.1	37.0	749.7	677.2	12.0	40.8	31.5
E×A	7.9	33.5	689.2	615.7	11.8	51.0	41.5
E×B	8.5	34.7	741.0	648.5	11.4	45.5	37.5
E×C	9.4	37.2	849.5	760.7	11.7	45.5	36.5
E×D	8.1	33.6	706.0	637.7	11.4	47.3	37.5
F×A	8.0	32.4	647.2	581.7	11.6	48.2	39.0
F×B	8.1	33.6	519.2	460.2	10.9	36.4	29.0
F×C	9.3	35.2	656.5	594.0	11.3	38.7	31.0
F×D	8.0	31.2	502.7	456.5	10.8	37.4	30.0
F×E	7.8	35.1	696.5	626.0	11.2	46.2	38.0
G×A	8.9	36.6	831.0	632.2	12.1	47.8	38.0
G×B	8.6	39.8	786.7	672.7	11.5	42.5	34.5
G×C	11.5	35.5	781.7	687.5	11.4	38.6	30.5
G×D	8.6	36.2	703.0	617.2	10.9	38.7	31.5
G×E	8.6	36.5	749.2	600.2	10.9	43.0	35.0
G×F	8.1	36.9	686.7	600.2	10.9	43.0	35.0
H×A	8.2	38.2	768.0	673.5	11.9	44.7	36.5
H×B	8.4	37.9	675.7	591.7	11.3	39.7	31.0
H×C	9.7	38.8	795.7	703.2	11.4	39.5	32.0
H×D	8.0	35.2	651.0	578.2	11.3	41.0	32.0
H×E	8.1	36.4	718.7	638.5	11.2	44.9	37.0
H×F	7.9	34.3	557.0	495.5	10.8	37.8	30.5
H×G	8.3	37.8	762.7	583.0	11.4	42.9	34.5
TNW(ck)	8.2	37.3	659.0	578.5	12.0	41.4	34.0
$LSD_{0.05}$	0.6	4.1	97.5	98.8	0.7	4.8	4.1

表 8. 冬作環境下，臺南白自交系、F_1 雜種與天然混合授粉族群產量及農藝性狀之平均值

Table 8. Means of yield and agronomic characters of the diallel-cross hybrids and their parental inbred lines and the CK variety evaluated at spring of 1995.

Genotypes	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight (g/ear)	Ear diameter (mm)	Ear length (cm)
A	56.7	66.5	88	28	112.2	40.5	13.1
B	59.7	67.7	168	66	120.5	37.2	17.7
C	57.0	67.2	133	61	128.2	42.7	15.5
D	58.2	64.2	149	65	100.5	38.0	14.2
E	60.5	68.0	176	68	171.2	41.5	18.3
F	59.7	66.2	131	38	57.2	35.7	11.7
G	63.0	72.7	131	53	95.7	36.7	18.9
H	60.7	68.0	152	57	133.2	44.7	13.7
B×A	52.5	55.7	205	88	231.5	45.2	20.1
C×A	52.2	55.7	194	85	279.5	48.7	20.3
C×B	52.0	55.2	193	91	236.7	45.2	20.3
D×A	52.7	55.5	196	87	244.2	46.7	19.9
D×B	52.5	55.2	205	93	216.2	43.7	20.5
D×C	52.0	57.5	203	97	284.5	48.2	21.0
E×A	53.2	55.7	195	83	239.0	45.7	20.5
E×B	52.7	55.7	218	100	248.0	45.0	21.1
E×C	53.2	58.7	218	97	277.5	47.2	20.7
E×D	54.0	56.7	207	92	249.2	45.5	20.6
F×A	53.0	55.5	209	87	211.0	47.0	18.1
F×B	53.7	57.5	207	86	177.7	43.5	17.1
F×C	52.7	58.2	196	87	229.0	47.0	18.7
F×D	52.0	55.7	207	87	211.0	44.2	17.4
F×E	55.0	59.2	218	90	188.7	43.7	17.1
G×A	54.0	58.0	214	99	292.5	47.5	21.0
G×B	54.7	59.0	221	104	236.2	46.2	20.2
G×C	53.0	56.5	191	89	280.5	50.2	20.3
G×D	54.5	58.5	208	94	272.0	48.7	21.2
G×E	55.5	59.0	206	98	236.5	46.7	19.7
G×F	55.0	60.5	222	100	213.5	47.7	19.5
H×A	55.0	59.2	201	77	273.7	49.5	20.1
H×B	54.7	58.7	215	96	214.2	45.2	19.5
H×C	52.5	56.5	190	82	264.5	48.0	20.2
H×D	53.5	57.5	207	86	238.2	46.2	19.3
H×E	56.0	60.2	229	109	226.2	46.5	18.7
H×F	56.2	61.0	211	82	204.0	45.7	16.8
H×G	55.2	60.0	206	90	286.2	50.5	20.6
TNW(ck)	52.0	55.7	224	104	198.5	45.2	18.2
$LSD_{0.05}$	2.1	3.5	12	9	25.3	2.3	1.2

(Continue table 8)

Genotypes	Number of kernel row (No./ear)	Kernel number per row (kernel)	Ear dry weight (g/5 plant)	Grain dry weight (g/5 plant)	Kernel depth (mm)	100—kernel weight (g)	100—kernel volume (ml)
A	8.0	18.7	341.7	284.0	10.6	42.3	38.5
B	8.0	31.0	399.0	328.7	9.9	29.1	28.5
C	11.5	24.7	388.5	321.5	9.7	29.0	26.0
D	7.7	22.5	295.5	255.0	9.8	30.7	26.5
E	8.0	26.0	483.2	409.7	10.5	44.9	39.5
F	7.0	16.5	172.5	145.7	8.4	33.6	31.0
G	8.2	9.5	195.7	101.5	8.7	35.8	35.0
H	8.0	21.7	353.7	293.7	10.0	35.5	28.5
B×A	8.0	35.2	739.2	630.2	11.9	46.1	39.5
C×A	10.2	34.5	873.5	754.2	12.2	46.0	39.0
C×B	10.0	37.5	788.5	668.0	11.4	37.9	32.5
D×A	8.2	34.7	760.5	666.2	12.1	48.5	41.0
D×B	8.0	35.7	679.2	594.2	11.5	43.1	36.5
D×C	10.0	37.2	848.5	744.7	11.9	42.2	35.5
E×A	8.2	33.0	765.2	659.7	12.2	53.3	45.5
E×B	8.5	35.5	792.7	676.0	12.0	48.9	42.0
E×C	9.7	35.7	837.0	719.5	11.6	43.9	37.5
E×D	8.0	33.0	756.5	657.5	12.0	51.6	44.5
F×A	8.0	28.7	655.7	563.5	11.6	51.4	43.0
F×B	8.0	29.7	567.2	489.7	11.4	43.9	38.0
F×C	9.2	31.7	735.5	634.0	11.6	43.9	37.0
F×D	8.0	32.7	668.2	595.0	11.3	47.6	40.5
F×E	8.0	26.7	582.2	502.0	11.3	48.7	41.5
G×A	8.7	32.5	870.0	718.9	12.4	53.4	45.5
G×B	8.2	33.0	709.5	575.7	11.4	45.7	38.5
G×C	11.0	32.2	834.5	687.7	11.6	43.1	37.5
G×D	9.0	33.5	811.0	673.7	12.1	47.9	41.5
G×E	8.2	28.7	700.0	566.7	11.4	50.4	43.5
G×F	8.0	24.5	598.5	485.0	11.1	54.5	46.0
H×A	8.7	35.5	827.2	708.7	12.1	47.8	40.0
H×B	8.0	34.0	662.7	554.0	11.3	41.8	34.5
H×C	9.7	34.5	807.5	650.2	11.0	42.4	38.0
H×D	8.0	35.5	695.2	603.5	11.3	43.3	36.0
H×E	8.2	31.0	653.0	553.7	11.0	45.4	39.0
H×F	8.0	32.2	614.0	529.2	10.7	43.3	37.0
H×G	8.0	34.2	798.0	677.0	11.7	47.3	40.5
TNW(ck)	8.2	31.5	592.8	502.7	1.7	45.0	38.5
$LSD_{0.05}$	0.6	3.1	77.4	69.2	0.6	3.4	3.8

討　論

玉米在台灣之栽培環境全年皆可生長，但可依生產的季節分爲春、夏、秋及冬季裡作四個季節，由於期作間生長之氣候環境不同，其籽粒產量及農藝性狀有顯著差異。洪等[1]以飼料玉米馬齒種×硬粒種之組合，比較產量在春、秋期作之變異，指出籽粒產量爲秋作大於春作；盧[5]、謝與曾[6]之結果也顯示飼料玉米籽粒產量呈現秋作＞春作、冬季裡作。本研究以鮮食用玉米品種台南白自交系之 F_1 雜種爲材料，在春、夏、秋及冬季裡作進行比較試驗，結果呈現秋作與冬季裡作＞春作＞夏作。顯示不同栽培環境對台南白產量及農藝性狀的表現有顯著影響[4]，可能係春作屬早期－短期強勢型，秋作及冬季裡作(暖冬)玉米生長屬晚期－長期持續型[5]，作物爲長期持續型者具有較高籽粒產量的潛力[12,13]，且秋作、冬季裡作玉米之籽粒充實期適逢低溫，春作則爲高溫，在低溫下有較高比例的光合產物分配至果穗部位之籽粒[10]，又因籽粒充實期呈現秋作及冬季裡作長於春作，以致於籽粒產量呈現秋作及冬季裡作＞春作。夏作的玉米，不論營養生長期或籽粒充實期均處於高溫多濕，不利於植株生長及籽粒充實，故四個生長期作中，夏作的產量呈現最低產。

衆所皆知，作物之基因型與環境之交感作用，普遍存在於栽培作物中，玉米也有類似現象[9,11,14]。台南白之基因型與期作有交感作用。在春作環境下，台南白自交系以 B 及 E 具有較高的果穗乾重及籽粒乾重，而 A 及 F 最小；自交系較 F_1 雜種晚開花及吐絲，其餘性狀均表現較 F_1 雜種小。28 個 F_1 雜種，其果穗鮮重(乳熟期)、果穗乾重及籽粒乾重(生理成熟期)表現與台南白族群相近或優者有 10 個組合，其中果穗長、穗徑及籽粒排列較整齊者，且籽粒行數爲 8 行左右的，有 G×B、E×B、G×E、H×E 及 G×H 等組合。

夏作環境下，自交系均長得較差，其中以 B 及 E 具有較高的果穗乾重及籽粒乾重。28 個 F_1 雜種中，果穗鮮重、果穗乾重及籽粒乾重均較佳者有 G×E、H×E、H×G 等三組合，說明了此三個組合在夏作逆境下具有較優之適應性，故有較佳之產量表現。

在秋作環境裏，自交系的表現，以 C、E 及 G 具有較大之產量表現。由於秋作環境有利於玉米籽粒之充實及果穗生長，一般 F_1 雜種之穗長、穗徑、籽粒深度、百粒重及百粒體積等均較大。28 個 F_1 雜種中，其產量表現優於對照種台南白的有 10 個，其中 H×G 及 G×E，除具有較高的果穗鮮重、果穗乾重及籽粒乾重外，其行數、穗型均較優。

冬季裡作環境下，由於暖冬，玉米生長及籽粒充實期，溫度皆在於 16℃左右，有利於玉米生長，自交系均表現正常，以 B、C、E 及 H 等四個表現較佳，其中 G 自交系本身對低溫似乎較不適應，故開花與吐絲期之間隔有拉長現象，可能係此自交系所帶有之基因，對低溫敏感，故在低溫下受到某種程度之影響所致。因此這個自交系在親本繁殖及採種時，種植時期宜多加注意，不宜在較低溫之冬季裡作進行爲宜。28 個 F_1 雜種中，以 C×A、D×C、G×A、G×H 等產量表現較爲突出，但 C×A 、D×C、G×A 等 F_1 雜種行數較多且籽粒深度、百粒重及百粒體積均較小爲其缺點。H×G、H×E 及 G×E 這三個 F_1 雜種產量之表現優於對照種台南白族群，且其穗型、株型、籽粒大小等均有較突出的表現。多性狀綜合考量，在冬季裡作環境下以 G×H、H×E 及 G×E 等三個 F_1 雜種較合乎鮮食用育種目標。

台南白族群具有植株高低及果穗大小不一致，不結實植株不少，產量偏低及易倒伏等多項缺點。而台南白 F_1 雜種則具有植株高矮一致，花期及成熟期較一致便於採收，果穗大小均一且穗行外觀整齊，產量高等優點。本試驗所採用之台南白 F_1 雜種，經四期作不同環境評估其產量與農藝性狀之結果，以 G×E、H×E 及 H×G 等三個 F_1 雜種較符合產量高、長穗型、行數爲 8 行，且株型表現不易倒伏的育種目標。此三個獲選之 F_1 雜種在春作及夏作均表現較對照種早開花及吐絲，而秋作及冬季裡作則稍晚於對照種；株高、穗位高則與原台南白族群相近；果穗鮮重之表現較對照種增加，爲適應性佳且產量高之 F_1 雜種。同時也顯示不同族群之自交系 E、G 與 H 之間具有較優良的雜種優勢，將來可充分加以應用此項雜種優勢模式。

引用文獻

1. 洪梅珠、涂勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新 125:61-70。
2. 黃懿秦、楊文煌、曾美倉、謝兆樞。1990。不同環境下「台南白」玉米品種開花及吐絲所需之天數、生長積溫及熱量單位的比較。台大農學院研究報告 30(3):40-51。
3. 張新吉。1994。本地白玉米「台南白」。農友通訊 157：76-83。
4. 楊文煌、黃懿秦、曾美倉、黃賢喜。1991。不同栽培環境對台南白玉米產量及農藝性狀之影響。中華農藝 1:293-308。
5. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
6. 謝光照、曾富生。1993。玉米籽粒產量及農藝性狀在期作與不同粒型組合之變異。中華農業研究 42(4):345-355。
7. Chapman,S.C., J.Crossa, and G.O.Edmeades. 1997. Genotype by environment effects and selection for drought tolerance in tropical maize. Ⅰ. Two mode pattern analysis of yield. Euphytica 95:1-9.
8. Francis,C.A., M.Prager, and D.R.Laing. 1978. Genotye×environment interactions in climbing bean cultivars in monoculture. Crop Sci. 18:242-246.
9. Geadelman,J.L., and R.H.Peterson. 1978. Effects of two yield component selection procedures on maize. Crop Sci. 18:387-390.
10. Hunter, R.B., M.Tollenaar, and C.M.Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (Zea mays L.) hybrid. Can. J. Plant Sci. 57:1127-1134.
11. Kang,M.S., and D.P.Gorman. 1989. Genotype×environment interaction in maize. Agron. J. 81:662-664.
12. Morishima,H., and H.I.Oka. 1974. Analysis of genetic veriation in plant type of rice. Ⅵ. Intervarietal in growth pattern on obtained from the international rice adaptation experiment. Japan J. Breed. 24:226-236.
13. Morishima,H., and H.I.Oka. 1975. Comparison of growth pattern and phenotypic plasticity between wild and cultivated rice strains. Japan J. Genet. 50:53-56.
14. Pollmer,W.G., D.Kleim, and B.S.Dhillon. 1979. Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diveres for protein content. Euphytica 28:325-328.
15. Russell,W.K., and C.W.Stuber. 1985. Genotype×photoperiod and genotype×temperature interactions for maturity in maize. Crop Sci. 25:152-158.
16. Spaner,D., R.A.I.Brathwaite, and D.E.Mather. 1996. Diallel study of open-pollinated maize varieties in Trinidad. Euphytica 90: 65-72.

48-1-3

Yield Potential of F_1 Hybrids Derived from Tainan-White Maize Populations Grown in Different Crop Seasons[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

The objective of this study is to evaluate the Tainan-white F_1 hybrids yield potential at different crop seasons in Taiwan, eight inbred lines and twenty-eight F_1 hybrids derived from Tainan-white (TNW) maize populations were available. All the material were evaluated in Taiwan Agricultural Research Institute in spring, summer, fall and winter crop seasons of 1995, respectively, with random complete block design. The results of the analysis of variance showed that the crop seasons, genotypes and crop season × genotype interaction were significant across the four crop seasons for most agronomic characters. The performance of ear fresh weight and grain dry weight of F_1 hybrids were winter and fall > spring > summer. During four crop seasons, compared with open-pollinated TNW population by the yield and agronomic characters, hybrids of E×G, H×E and H×G has been selected. And these hybrids had eight row number, larger kernels, longer ear length, higher yield, better plant type and resistance to lodging.

Key words: Tainan-white,Maize, F_1 hybrid, Crop season, Yield potential.

1. Contribution No. 1968 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：40-51（1999）

落花生種間雜交種之鑑別及其特性分析[1]

黃惠娟[2] 曹文隆[2] 林順福[3] 謝兆樞[3] 蔡志濃[4]

摘要：爲改良栽培種落花生之銹病及葉斑病抗性，本所引進抗病野生種落花生種原，經兩年觀察試驗後，將 8 個野生種原與本地栽培種進行種間雜交。經由染色体體數目的觀察及 RAPD 的分析，確認得到三倍體 F_1 的植株，而理論上不稔的 F_1 植株，藉由自然發生或人爲秋水仙素處理形成的無減數分裂的孢子，即 2N 的花粉，可得到染色體數不等（2n=40～60）的 F_2 後代，其中部分單株可稔，目前已繁衍至 F_5 世代。雜種後代抗銹病的檢定結果，初步可確知野生種的抗銹病性機制不同於栽培種的緩銹病性，且不同野生種間其抗銹病的遺傳機制亦不相同，其中 *A. chacoense* 對銹病爲免疫性，其抗性機制不屬於顯隱性關係。*A. villosa* 及 *A. spegazzinii* 則爲部分顯性。

關鍵詞：落花生栽培種、落花生野生種、種間雜交種。

前　言

台灣自民國 34 年起至 87 年止，在 53 年間共育成了 23 個優良的落花生品種，但經常有優良親本重複使用的情況，像北港白油豆、西班牙白及 Florispan Runner 三者累積的遺傳貢獻率 (relative genetic contribution) 達 62.25%，而以雜交育成的台南 6、7、10、11 號、台農 6 號及純系選出的台南白油豆 1 號之間均有親緣關係；台農 4、5、6 號與西班牙白間亦具親緣關係，另台南選 9 號及台南 12 號之親緣係數 (coefficient of parentage) 高達到 0.625[1,4]，而台灣目前栽培最廣泛且重要的品種—台南 11 號及台南選 9 號，由 RAPD (random amplified polymorphism DNA) 分析結果得知，兩者的遺傳組成非常接近，其遺傳距離爲 0.259[4]，而在 87 年新命名的台南 13 號其母本亦爲台南選 9 號，台南 14 號亦有台南選 9 號的親緣，所以由前述可知台灣落花生的遺傳變異狹小，易引發遺傳脆弱性的問題，故引進新的、可利用的種原將可擴大遺傳變異，尤其是利用近緣野生種爲育種材料，可將自然資源做最大的利用。

銹病及葉斑病爲台灣落花生重要病害之一，但因台灣尚無較佳抗病性之栽培品種，故本所於 1992 年自美國農部及印度的 ICRISAT 中心引進 12 個落花生野生種原，隨即進行抗銹病及葉斑病檢定及農藝性狀的調查[3]，在檢定篩選後共得到八個對兩病害皆具免疫性或高抗性的種原，即自 1994 年開始進行以抗銹病爲主的種間雜交工作。而依據前人的研究報告指出[5,8,17,18]，栽培種中的抗銹病性是屬於緩銹病性 (slow rust)，且多數研究認爲受到兩對隱性基因所控制，而野生種的抗性遺傳研究雖然較少，但一般認爲其抗性機制與栽培種不同，可能是屬於部分顯性；本試驗即藉由不同組合的種間雜交後代

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1969 號。
2. 本所農藝系助理、助理研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 前本所農藝系助理研究員（現任台灣大學農藝系助理教授）、臺灣大學農藝系教授。台北市。
4. 本所植病系助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

來探討野生型的抗性機制，並同時進行後代及其親本之細胞遺傳學觀察、分子層次的RAPD分析及植株外表型來鑑定種間雜交種。

材料與方法

一、材料

㈠二倍體野生種落花生：自印度及美國引進，經檢定具抗銹病及葉斑病之 6 種野生種落花生爲父本(表 1)，其中 *A. paraquariensis* 屬於 *Erectoides* 節 (section)[3]，已經由 0.2%之秋水仙素 (colchicine) 處理生長點爲同質四倍體 (autotetraploidy)。

㈡四倍體栽培種落花生：

A. hypogaea：台農 5 號(TN5)、台農 6 號(TN6)、台南選 9 號(TPS9)
台南 11 號(TP11)、台南 12 號(TP12)爲母本。

表 1. 引進野生種落花生之抗病蟲性

Table 1. The pest and disease resistance of the introduced wild peanut entries.

Species	Section	Genome	Leaf spot[z]	Rust[y]	Wowm[x]	Spider mite
A. spegazinii	*Arachis*	AA	R[w]	I	5	3
A. chacoense	*Arachis*	AA	R	I	1	5
A. correntina	*Arachis*	AA	R	R	1	3
A. villose	*Arachis*	AA	MR	I	1	3
A. batizocoi	*Arachis*	BB	S	R	1	3
A. paraquariensis	*Erectoides*	EE	R	I	3	3

[z] Level (infect percent in a leaf)= I: 0, R: 1-2, MR: 3-4, S: 5-9, HS: >10
[y] Level (infect percent in a leaf)= I: 0, R: 0.1-3, MR: 3.1-5, S: 5.1-10, HS: >10
[x] Level,1=Very low or no visible sign of susceptibility. 3= Low. 5=High. 9=Very high.
[w] Rating, I= immune, R= resistant, MR= moderately resistant, S= susceptible.

二、方法

㈠種間雜交：以栽培種爲母本，引進之抗銹病野生種爲父本，於春作 2-3 月及秋作 7-8 月之每日下午 5 時後去雄，清晨 6-8 時授粉。

㈡減數分裂之觀察： 每日上午 10-12 時之間，選取 1-2mm 之小花苞固定於 Farmer' s solution (95% ethanol : 45% acetic acid = 3:1)中，24 小時後，挑出花藥以 aceto carmine 染色後，進行鏡檢花粉母細胞之染色體數目。

㈢ RAPD 分析: 進行各組合親本及種間雜交後代之 RAPD (random amplified polymorphism DNA) 分析。葉片組織 DNA 的萃取依 Doyle *et. al.* (1990)[9]之方式進行。RAPD 分析於總體積 23 ul 的反應進行，內容物含 60 ng 基因組 DNA、0.2 mM dNTPs、1.5 U *Taq* polymerase、0.3 *u*M 逢機引子 (10-mers)、10 X PCR 緩衝液，反應條件爲 94℃ (變性, denature) 5 分鐘後，進行 45 循環的 94℃ 1 分鐘、55℃ (黏接, annealing) 2 分鐘、72℃ (延伸, extension) 3 分鐘，最後 72℃ 10 分鐘。上述 PCR 產物進行電泳，以溴化乙錠（EtBr）染色，在 UV 燈下照相紀錄結果。

㈣性狀調查:

1.葉長及葉寬: 全展開成熟葉之頂小葉 10 片之平均長度及最大寬度。 2.莖長度: 每植株逢機取五支分枝進行測量，取其平均值。 3.花色：觀察旗瓣的顏色。

㈤銹病、葉斑病檢定: 分爲 1.免疫, I =immune 2.抗, R =resistant 3.中抗, MR =moderately resistant 4.感染, S =susceptible，以室內接種爲主，病原菌孢子在培養繁殖後，孢子濃度爲 20,000 個/ml 的溶液，於檢疫溫室內噴灑植株，10-14 天後視其感染葉片面積百分比來判斷。

結果與討論

一、種間雜交 F_1 的鑑定

㈠種間雜交種細胞遺傳的分析:

在以四倍體的栽培種與二倍體的野生種雜交後，所得 F_1 均爲三倍體(圖 1)，因在減數分裂時染色體無法配對，通常爲不稔的後代，而爲了產生可稔種子，以秋水仙素處理匍匐莖之生長點，另外因 F_1 植株生長繁茂且爲多年生，可自然產生 2N 雄配子，而此種產生自然倍加花粉的種間雜交後代，已在許多篇落花生種間雜交試驗中證實，主要因爲紡綞絲不正常的作用所造成[10,13--16]，所以有些 F_1 的基因型能夠得到具稔性的雜種後代，其染色體數約爲 40-60 條(圖 2)，例如在 Simpson and Moss (1983)[14] 及 Singh and Moss (1984)[16] 的落花生種間雜交研究中，均已有指出種間雜交三倍體的植株，可獲得染色體自然加倍而來的種子，且 Simpson *et al.* (1993)[15] 試驗發現在 F_4 -F_5 世代染色體數可恢復爲栽培種的四倍體。唐等 (1994)[2] 更進一步試驗指出，此種自然倍加的後代有豐富的基因重組合及外表型變異，於 F_5 世代可分離出直立株型的後裔，並已選拔出具理想目標的品系。像在印度、美國及中國大陸均已選拔出由種間雜交而來的具抗病性的優良品種或品系[2,6,13,15,19,]。因此，本試驗獲得具稔性之雜種後代亦有可能係自然倍加植株。

本試驗中所得之 F_5 世代，外表型多呈半直立株型，已更接近栽培種直立型，惟開花數非常少，不稔性高，每株所得種子數不超過四粒，不似較早世代 (F_2-F_5) 能夠開花的基因型，其開花數非常多，有些單株可收到約十粒種子，由此可見，野生種落花生雖可能貢獻抗病蟲害等有利基因，但亦附帶引起稔性降低及產量低落等有害性狀，因此，在維持有利基因前提下進行更多雜交或回交，以除去不良性狀之連鎖拖曳 (linkage drag) 現象，獲得基因組穩定之個體，爲在育種上利用野生種原必需重視之一實際問題。

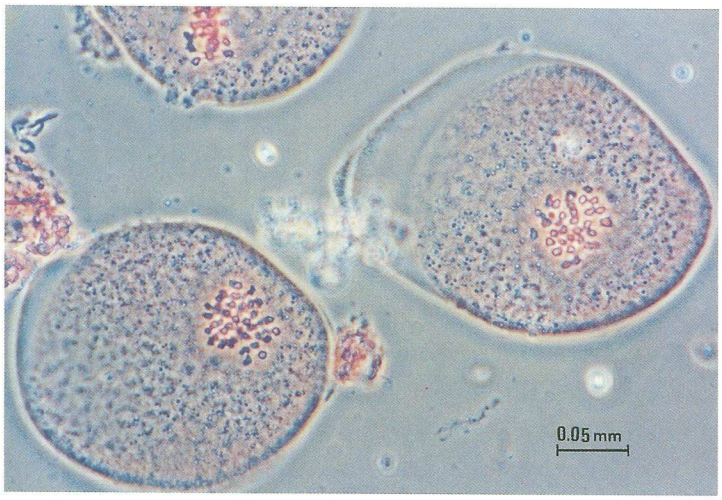

圖 1. 種間雜交種 F_1 之減數分裂 (中期 I)，染色體數約爲 30 條 (2000 倍)。

Fig. 1. The meiosis of the interspecific hybrid F_1 at metaphase I stage, the chromosome number in each cell is about 40-60.

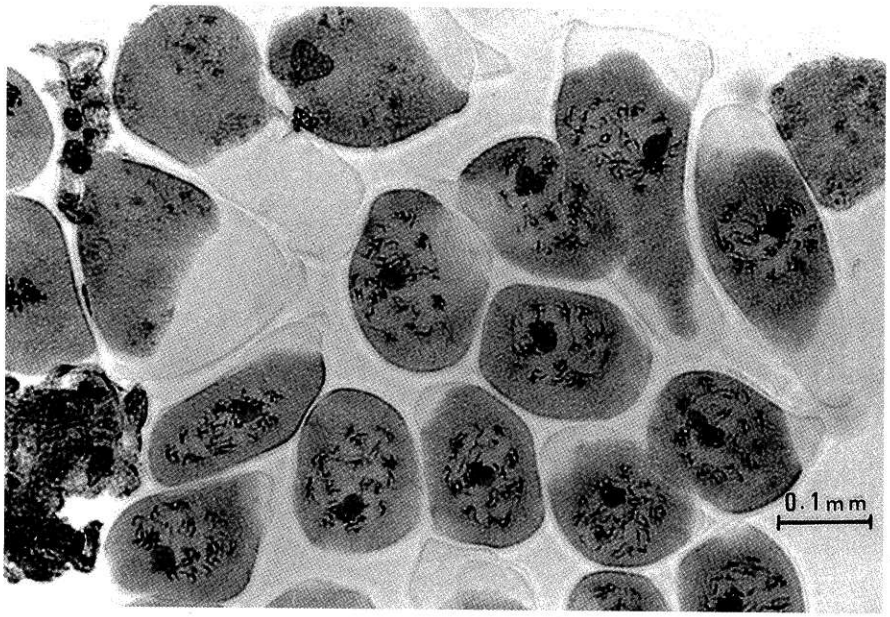

圖 2. 種間雜交種 F_3 減數分裂之雙絲期，染色體數約 40-60 條。

Fig. 2. The meiosis of the interspecific hybrid F_3 at diplonema stages, the chromosome number in each cell is about 40-60.

㈡種間雜交種分子層次的鑑定:

利用 G,C 含量在 60-80%的 UBC（The University of British Columbia）引子 100 組，首先篩選兩雜交親本間有多型性之引子（primer），然後用以確認 F_1 是否具有兩親本之遺傳物質（DNA 片斷）；結果篩選出 UBC-28,UBC-56 及 UBC-97 等 3 個引子可用以檢定種間雜種，由此 3 個引子進行各組合之親本及雜種 F_1 的 RAPD 分析均能確認 F_1 是來自種間雜交（圖 3），圖 3-A 中顯示在 TP 11 X A. spegazzinii 之八株 F_1 植株中，利用引子 UBC-56 （序列爲 TGCCCCGAG）增殖 DNA 後，出現分別來自母本的 1.2Kb 條帶及來自父本的 1.3Kb、 0.6Kb 條帶，而另一引子 UBC-97（序列爲 ATCTGCGAGC）（3-B 圖），則呈現母本的 1.1Kb 條帶，及來自父本但在 F_1 (Lane4-10) 表現極弱的 1.4Kb 條帶，圖 3-C,3-D 爲其他三組雜交組合利用引子 UBC-28 （序列爲 CCGGCCTTAA）及 UBC-97 擴增之結果，3-C 圖中的兩個不同雜交組合 F_1 後代，均有來自栽培種（TN6 及 TP12）的 0.3Kb，及來自共同父本 A.spegazzinii 的 2.3Kb，而 D 圖中第一個雜交組合（TP11 X *A. spegazzinii*）八株 F_1 單株其條帶形式雖似母本，但由前述 C 圖的條帶及其外表型明顯介於兩親本之中間型，故仍可確認爲雜種 F_1，圖 D 中另一 TP12 X *A.chacones* 六株 F_1 有來自母本 1.6Kb 條帶，及來自父本 1.3Kb、0.8Kb，此三種引子非但証實本試驗所獲得之 F_1 來自種間雜交後代，同時很有可能做爲後代遺傳質追蹤或檢定其他種間雜交種之良好工具。

二、種間雜交植株性狀的觀察

在共進行 30 個種間雜交組合後，所得到的 F_1 單株有 38 株 (表 2)，其中與栽培種同爲 *Arachis* 節作爲父本的六個組合，均可得到至少一株以上的 F_1 單株，且以 *A. spegazzinii* 爲父本的五個組合均得到 F_1 單株，而屬於 *Erectoids* 節的 *A. paraquariensis* ，雖已經由染色體倍加爲四倍體，但因染色體組的不同，且倍加後的同源四倍體（EEEE）本身的染色體數目及配對亦不正常（圖 4），故仍無法與異原四

倍體（AABB）的栽培種進行染色體的配對，而無得到F_1後代，目前在印度、美國或中國大陸，亦無 *Arachis* 節與 *Erectoids* 節雜交成功的記錄。

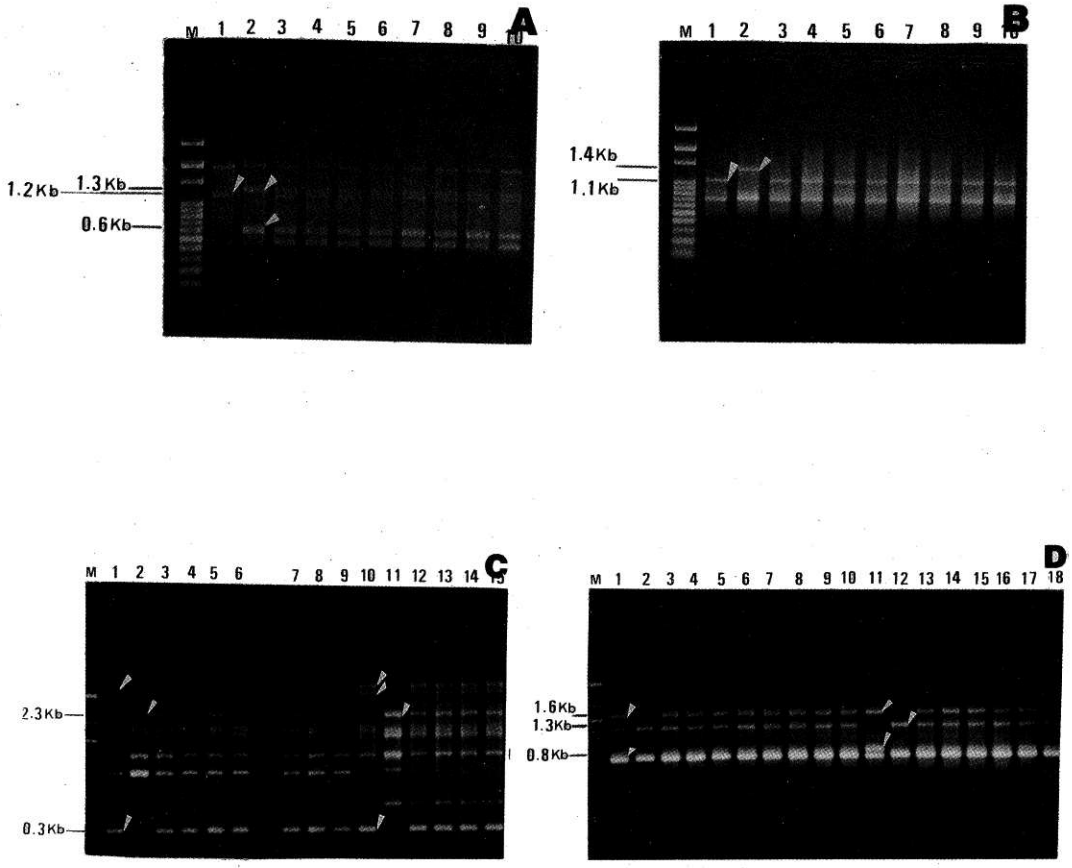

圖 3. 不同種間雜交組合F_1後代及親本之 RAPD 分析。

Fig. 3. The RAPD analysis for hybrid F_1 plant and parents in various hybrid combinations.

(A) M: Marker，Lane 1: Female,TP11，Lane 2: Male, *A. spegazzinii*, Lane 3-10: F_1 Single plants. Primer UBC-56 was used.

(B) M: Marker，Lane 1: Female,TP11，Lane 2: Male, *A. spegazzinii*, Lane 3-10: F_1 Single plants. Primer UBC-97 was used.

(C) M: Marker，Lane 1: Female,TN6，Lane 2: Male, *A. spegazzinii*, Lane 3-9: F_1 Single plants，Lane 10:Female,TP12，Lane 11:Male, *A. spegazzinii*, Lane 12-15: F1 Single plants Primer UBC-28 was used.

(D) M: Marker,Lane 1: Female,TN6，Lane 2: Male, *A. spegazzinii*, Lane 3-10: F_1 single plants. Lane 11: Female,TP12，Lane 12: Male, *A. chaconsei*, Lane 13-18: F_1 Single plants. Primer UBC-97 was used.

表 2. 種間雜交組合獲得之單株數

Table 2. The number of hybrid F_1 plant in each interspecific cross combinations.

(unit: plant)

Male\Female	TP11	TP12	TPS9	TN6	TN5
spegazzinii (2x)	8	4	1	8	2
A. chacoense (2x)	1	6	0	2	2
A. correntina (2x)	0	0	0	2	0
A. villose (2x)	0	1	2	1	0
A. batizocoi (2x)	0	0	0	0	0
A. paraquariensis (4x) [z]	0	0	0	0	0
Total	9	11	3	13	4

[z] Chromosome number is about 40 (4X=2n= 40) after colchicine treatment, the origin number is 20 (2X=2n=20).

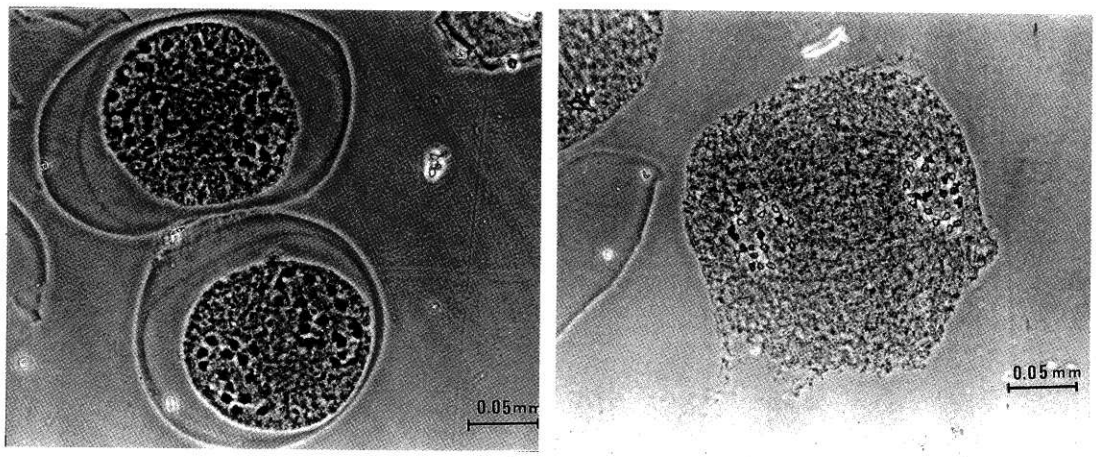

圖 4. (A)二倍體野生種 *A. paraquariensis* 經秋水仙素處理後之末期染色體數 (2n=16-20)。
(B)四倍體台南 11 號之末期染色體數 (2n=20)，細胞核較大。

Fig. 4. (A) The chromosome number at anaphase I stage of diploid *A.paraquense* after colchicine treatment (2n=32-40).
(B)The chromosome number at anaphase I stage of tetraploid TP11 (2n=4X=40), the nuclear is bigger than that in Fig. (A).

本試驗選取 F_1 單株在 2 株以上的 9 個組合，進行植株性狀調查及銹病及葉斑病抗性的檢定。種間雜交 F_1 植株外表型及莢果大小，在各組合中均呈中間型（圖 5），表 3 可看出以 *A. spegazzinii* 爲花粉親的四個雜交組合，除 TP11 X *A. spegazzinii* 的小葉長與寬接近父本外，其它不同母本雜交的三組合的小葉大小，皆爲介於父、母本之中間型，而葉色多呈現鑲嵌的情況；而此四雜交組合的莖枝長度相當長，生長習性偏向於野生型，除主莖直立，分枝可達一公尺以上，植株型態均屬於匍匐型(圖 6)，另以

A. chacoense 爲父本的四個雜交組合，由植株外型觀察，與其他野生種爲父本的雜交 F_1 差別非常明顯，其葉型細小、莖節極短是接近於父本野生型，但葉片較厚且植株較爲直立又與栽培種相近，而不同的母本間其 F_1 的外表型並無差異(表 3)。以 *A. correntina* 及 *A. villosa* 爲父本的 F_1，其小葉型態介於父、母本之中間型，而莖長明顯長於父本的野生型，仍屬於匍伏型態。雖然四種野生型父本同屬於 *Arachis* 節，但 *A. chacoense* 起源於巴拉圭，而 *A. spegazzinii* 、*A. correntina* 及 *A. villosa* 則起源於阿根廷，*A. chacoense* 與其它三種本身外表型差異就大，故其 F_1 之植株型態差異自然也大（表 3），但控制同一性狀的基因，像控制莖的生長或植株型態的基因，在各種野生種中則仍有明顯的不同，由前述可知控制莖生長速率或長度的基因，除了 *A. chacoense* 外，在野生型對栽培種而言爲顯性，若以植株生長習性的觀察來看，匍匐對直立生長爲顯性，1974 年 Coeffelt [7] 的報告有同樣的結果，而不同於 Hammons [12]（1973）的研究結果指出匍匐是隱性，直立是顯性，且不受母系效應（maternal effect）的影響。

就花色而言，所有雜交 F_1 的旗瓣花色均成桔黃色(表 3)，可知栽培種的旗瓣桔黃色對野生種的黃色完全爲顯性。

圖 5. 種間雜交 F_1 之植株及莢果型態（台南 11 號 X *A. spegazzinii*）。

Fig. 5. The plant and pod characteristic of the interspecific hybrid F_1 (TP11 X *A. spegazzinii*).

表 3. 親本及種間雜交 F_1 之植株形態

Table 3. The plant characteristic of parents and interspefcific hybrids of peanut Parents

Parents and Hybrids	Leaflet length (cm)	Leaflet width (cm)	Leaf area (cm^2)	Steam length (cm)	Growth habit	Flower Color
TP11	4.8±0.73	2.3±0.15	11.5±0.31	38.6±0.61	Erect	Orange
TP12	4.9±0.73	2.7±0.22	13.7±0.30	39.6±0.53	Erect	Orange
TN6	5.3±0.10	2.6±0.25	14.2±0.16	41.2±0.32	Erect	Orange
TN5	6.0±1.06	3.0±0.43	18.4±0.19	40.8±0.13	Erect	Orange
A. spegazinnii	2.1±0.26	1.8±0.25	4.2±0.32	84.4±0.79	Procumbent	Yellow
TP11 X *A.spe.*	2.4±0.38	1.6±0.33	4.0±0.12	94.8±0.18	Procumbent	Orange
TP12 X *A.spe.*	3.4±0.42	2.2±0.33	7.8±0.20	85.6±0.21	Procumbent	Orange
TN6 X *A.spe.*	3.9±0.99	2.2±0.28	8.9±0.32	99.2±0.22	Procumbent	Orange
TN5 X *A.spe.*	3.0±0.18	2.1±0.13	6.4±0.54	95.2±0.22	Procumbent	Orange
A. chacoense	2.3±0.14	0.6±0.07	1.8±0.12	31.0±0.10	Decumbent	Yellow
TP12 X *A.cha.*	2.1±0.19	0.8±0.18	1.8±0.50	28.1±0.58	Erect	Orange
TN6 X *A.cha.*	2.3±0.28	1.4±0.20	3.1±0.79	30.0±0.70	Erect	Orange
TN5 X *A.cha.*	1.9±0.21	1.5±0.42	2.8±0.71	32.6±0.59	Erect	Orange
A. correntina	2.1±0.26	1.2±0.14	3.0±0.20	76.0±0.11	Procumbent	Yellow
TN6 X *A. cor.*	3.7±0.81	2.3±0.31	8.4±0.22	82.4±0.12	Procumbent	Orange
TPS9	5.2±1.14	2.8±0.31	15.0±0.16	37.9±0.32	Erect	Orange
A. villosa	1.9±0.16	1.2±0.13	2.7±0.19	69.0±0.11	Procumbent	Yellow
TPS9 X *A. vil.*	3.5±0.43	2.1±0.48	7.6±0.26	86.0±0.18	Procumbent	Orange

圖 6. 種間雜交 F_1 之植株型態（台農 6 號 X *A. spegazzinii*）。

Fig. 6. The plant characteristic of the interspecific hybrid F_1 (TN 6 X *A. spegazzinii*)

三、種間雜交後代的抗病性分離

在以全爲感病的栽培品種爲母本，及對銹病及葉斑病具免疫性或高抗性的野生種爲父本的所有 F_1 雜交組合，經檢疫溫室檢定結果，對銹病的抗性均在中抗程度以上，尤其以 *A. chacoense* 爲父本的 3 個雜交組合完全沒有發現病斑，對銹病菌爲免疫性，而葉斑病亦有同樣的情形(表 4)。銹病與葉斑病雖同爲台灣落花生最嚴重的葉部病害，爲生產的主要限制因子，但銹病所造成的損失更甚於葉斑病，故本試驗先針對種間雜交後代對銹病的抗性機制來探討。

由前述試驗結果可知野生種的抗銹病性，與前人研究指出的栽培種是由兩對隱性基因控制的遺傳機制不同[5,8,16]。而 Subrahmanyam *et al.* (1983)[18]研究指出野生型是由部分顯性所控制，就此試驗中 F_1、*A. correntina* 及 *A. villosa* 之雜交 F_1 單株具有低於父本的免疫性或高抗病性[3]之中抗程度，此抗性機制符合 Subrahmanyam 等人[17,18]的研究結果，但 *A. chacoense* 的所有 F_1 單株均爲免疫性，代表寄主與病原菌之間的抗感性基因無對偶性（non-allelism）存在，所以其抗性機制並不屬於顯隱性關係，故此有待進一步探討。而由於種間雜交所得到的 F_1 爲三倍體，不具稔性，故無法順利得到後代，只有 TP11 X *A. spegazinnii* 及 TPS9 X *A. villosa* 兩組合得到各別 10 株及 4 株的 F_2 後代，在各自繁衍爲 37 及 11 株的 F_3 單株，族群雖然很小，仍可觀察到後代抗性分離的情況(表 5. 圖 7)。在表 5 中，可看到 TP11 X *A. spegazinni* 的雜交單株後代抗病性，從免疫（I）到感病（S）四個等級均有，可見由野生種引進之抗銹病基因可在與栽培種雜交後代表現，此一材料可提供落花生抗病育種用，由於雜交後代族群過小，目前尚無法進行抗銹病之遺傳機制的研究。

表 4. 種間雜交 F1 植株之抗銹病及葉斑病調查

Table 4. Rust and leafspot resistance of interspecific hybrid F1 plant.

Male	*A. spegazzinii*				*A.chacoense*			*A. correntina*	*A. villosa*
Female	TP11	TP12	TN5	TN6	TP12	TN5	TN6	TN6	TPS9
Rust[z]	R[x]	MR	MR	R	I	I	I	R	R
Leafspot[y]	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR

[z] Level (infect percent in a leaf)= I:0, R:1-2, MR:3-4, S:5-9, HS:>10

[y] Level (infect percent in a leaf)= I:0, R:0.1-3, MR:3.1-5, S:5.1-10, HS:>10

[x] Rating, I= immune, R= resistant, MR= moderately resistant, S= susceptible.

表 5. 種間雜交 F_3 植株之抗銹病及葉斑病調查

Table 5. Rust and leafspot resistance of interspecific hybrid F_3 plant.

Cross Combination	Disease	Disease Resistance				Total Plants
		I[z]	R	MR	S	
TP11 x *A.spezazzinii*	Rust	14	14	6	3	37
	Leafspot	—	14	11	12	
TPS9 x *A. villosa*	Rust	8	3	—	—	11
	Leafspot	—	2	4	5	

[z] Rating, I= immune, R= resistant, MR= moderately resistant, S= susceptible.

圖 7. 台南 11 號 X *A. spegazzinii* 之 F_3 植株病原菌接種後情形。
(A) 抗銹病、葉斑病之健康株。 (B) 感染銹病、葉斑病之植株。

Fig. 7. The interspecific hybrids F_3 plant after pathogen inoculation (TP11 X *A.spegazzinii*).
(A)The plant resistant to rust and leafspot . (B)The plant susceptible to rust and leafspot.

本實驗自 1992 年開始引進野生種落花生，經兩年觀察試驗後，於 1994 年開始與本地栽培品種進行種間雜交，主要目的即欲利用野生種中的抗病及抗蟲性，如將抗葉斑病及抗銹病基因導入全爲感病的台灣栽培品種中；本試驗已確實得到具抗銹病的種間雜交後代，其中 TP11 X *A. spegazzinii* 的三倍體 F_1 與其他組合相較，得到較多的 F_2 種子，故推測其有較高的 2N 花粉產生，且繁茂的匍匐莖之嫩芽可進行秋水仙素的莖頂處理，易得到四倍體到六倍體的後代族群，目前試驗已針對此一組合進行兩方向的研究，一爲繼續進行的種間雜交，以期得到更大的 F_2 後裔族群；二爲將已檢定出具抗病的 F_4 單株進行與栽培種的回交，預備在得到分別兩個 F_2 及 BC_2 族群後，依病害檢定結果，分爲抗、感兩個集團，進行 RAPD 的混合分析 (Bulk segregant analysis, BSA)，找到與抗銹病基因可能連鎖的分子標識，並依據 1993 年 Halward, *et al.*[11] 所訂出的第一個落花生 RFLP 圖譜，偵測出抗性基因位於那一條染色體上，及進一步瞭解其遺傳作用機制。

引用文獻

1. 台灣雜糧作物圖說續版—落花生。1981。台灣省政府農林廳編印。97-107 頁。
2. 唐榮華、周漢群、蔡驥業。1994。花生栽野種間雜交研究 I. 三倍體雜種自然加倍在花生育種上的應用。廣西農業科學 1：5-8。
3. 黃惠娟、曹文隆、楊金興、蔡志濃。1996。引進落花生種原之特性評估。中華農業研究 45:15-25。
4. 張同吳。1995。台灣落花生品種 (系) 之遺傳研究。中興大學農藝學研究所碩士論文。
5. Bromfield, K.R. and W.K. Bailey. 1972. Inheritance of resistance to *Puccinia arachidis* in peanut. Phytopathology 62:748.
6. Burow, M.D., C. E. Simpson, A.H. Paterson, and L. J. Starr. 1996. Identification of peanut (*Arachis hypogaea* L.) RAPD markers diagnostic of root-knot nematode (*Melioidogyne arenaria* (Neal) Chitwood) resistance. Mol. Breed. 2:369-379.
7. Coffelt, T.A. 1974. Inheritance of growth habit in an intraspecific-cross population of peanut. J. Hered. 65:160-162.
8. Das, S., S. Mandal, and Raj, S.K. 1995. Disease reaction of groundnut germplasms to *Puccinia arachidis* speg and stability of resistance. Trop. Agric. 72:252-253.
9. Doyle, J.D., J.L. Doyle, and L.H. Bailey. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12:13-15.

10. Garcia, G.M., H.T. Stalker, and G. Kochert. 1995. Introgression analysis of an interspecific hybrid population in peanuts (*Arachis hypogaea* L.) using RFLP and markers. Genome 38:166-176.
11. Halward, T.M., H.T. Stalker, and G. Kochert. 1993. Development of an RFLP linkage map in diploid peanut species. Theor. Appl. Genet. 87:379-384.
12. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea.* pp.135-174. In Peanut: culture and uses. Am. Peanut Res. Edu. Asso. OK. USA.
13. Reddy, L.J., A.G.S. Subrahmanyam, D. McDonald, and R.W. Gibbons. 1992. Registration of icgv 87157, an elite peanut germplasm with multiple resistance to diseases. Crop Sci. 32:837.
14. Simpson, C.E. and K.S. Davis. 1983. Meiotic behavior of a male-female triploid *Arachis* L. Crop Sci. 23:581-584.
15. Simposon, C. E, S. C. Nelson, J. L. Starr, K. E. Woodard and O. D. Smith. 1993. Registration of TXAG-6 and TXAG-7 peanut germplasm lines. Crop Sci. 33:1418.
16. Singh, A.K. and J.P. Moss. 1984. Utilization of wild relatives in the genetic improvement of *Arachis hypogaea* L. Fertility in triploids: cytological basis and breeding implication. Peanut Sci. 11:17-21.
17. Subrahmanyam , P., L.J. Reddy, R.W.Gibbons, and D. McDonald. 1985. Peanut rust : a major threat to peanut production in the semiarid tropics. Plant Dis. 69:813-819.
18. Subrahmanyam , P., J.P. Moss, and V.R. Rao. 1983. Resistance to peanut rust in wild *Arachis species.* Plant Dis. 67(2):209-212
19. Tang, Z. W. 1996. Achieving high groundnut yields: Proceedings of an international workshop. ICRISAT.

Identification and Characteristic Analysis of Interspecific Hybrids of Peanut[1]

Huey-Jiusn Husng[2], Wen-Long Tsaur[2],
Shun-Fu Lin[3], Jaw-Shu Hsieh and Jhi-Nong Tsai[4]

Summary

To improve disease resistance to rust and leaf spots, eight introduced wild species of peanut germplasm were crossed with cultivars grown in Taiwan. The F_1 plants of cross combinations were confirmed to be triploid by the examination of chromosome number and RAPD analysis. By colchicine treatment or spontaneous diploidization, the interspecific F_1 hybrids could produce ameiotic spores namely, 2N pollen, thus various numbers of chromosome were observed in the F_2 progenies ($2n = 40 - 60$). Some of the F_2 plants were fertile, and the progenies were propagated to F_5 generation. The results of rust pathogen inoculation for interspecific F_5 hybrid progenies were summarized as follows : The resistance for rust of wild type peanuts were different from the slow resistant mechanism of cultivars. The wild type peanuts have the different genes for rust resistance, such as the resistance of *A. chacoense* was immunity, and the resistance of *A. villosa* and *A. spegazzinii* were partial dominance.

Key words : Cultivated peanut (*Arachis hypogaea*), Wild peanut, Interspecific hybrid.

---

1. Contribution No. 1969 from Taiwan Agricultural Research Institute

2. Respectively, Assistant, Assistant Agronomist , Department of Agronomy, TARI.,Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. The Former Assistant Agronomist. Now Assistant Professor, Department of Agronomy, NTU. Professor, Deartment of Agronomy, NTU.

4. Assistant, Department of Plant Pathology, TARI.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：52-59（1999）

柿栽培種在台灣平地的適應性[1]

宋家瑋　歐錫坤[2]

摘要：本試驗以5個本地品種及12個國外引進商業品種爲材料，在農試所試種，調查植株生長習性及果實特性，調查項目包括：萌芽期、開花期、果重、果高、果寬、果色、果形、可溶性固形物、果實發育日數等。結果顯示，本地品種在萌芽期與開花期均較國外引進品種爲早，且萌芽較整齊。果實成熟期以‘西村早生’最早，‘正月’最慢。果實發育日數本地種除‘南瓜柿’爲158天外，其他約200天，均較晚熟；引進品種以‘西村早生’120天爲最早，其它品種在152至187天之間。在果實性狀方面多數引進品種，所結果實較引進地區爲小，果肉也較粗，顯然不太適合在台灣平地種植。

關鍵詞：柿、栽培種、適應性、果實發育日數。

前　言

柿（*Diospyros kaki* L.）爲屬於柿樹科（Ebenaceae）之落葉果樹，爲中國原生果樹之一，在長江沿岸及華南一帶均有野生種，早在漢朝即有柿子的栽培記載，至唐朝傳至日本，15世紀傳入朝鮮，19世紀傳至歐美及南非，故迄今至少有2000年以上的栽培歷史[1,3]，臺灣柿之栽培起於何時，並無明文可考，但就各縣府舊誌中零星記錄觀之，最早於二百餘年前，由漢民族自福建、廣東引入，由於氣候適宜、栽培管理便利，台灣各地均有栽培[4]。

柿子的品種很多，依開花授粉後種子附近的果肉有無產生褐斑，以及伴隨著果肉脫澀程度可區分爲四類，果實成熟時在樹上無法完全脫澀，須經過人爲處理才可食用者爲澀柿，澀柿可分爲二類，經授粉後種子附近果肉有褐斑產生者爲不完全澀柿(Pollination variant astringent persimmon, PVA)；無褐斑生成者爲完全澀柿(Pollination constant astringent persimmon,PCA)；甜柿也可分爲二類，其一是完全甜柿(Pollination constant non-astringent persimmon, PCNA)，果實在樹上即可自行脫澀，不須加工處理即可食用，果肉不因授粉產生種子而有多量褐斑生成；第二類是不完全甜柿(Pollination variant non-astringent persimmon, PVNA)，果實的甜與澀，決定於果實內的種子數，而且種子附近的果肉會產生褐斑[2,6,9]。

經調查台灣以往栽培的柿品種都是澀柿品種[4,5]，均需經過人工脫澀才可以食用，依脫澀的方式不同，可分成軟柿或脆柿，前者以‘四周柿’爲代表，後者以‘牛心柿’爲大宗。由於在脫澀時，如‘牛心柿’，柿果容易水傷而腐爛且脫澀後不耐貯運，櫃架壽命短，加上本省經濟栽培品種不多，產期集中且果形較小、果色黃綠，盛產期價格低落，影響農民收益，因此本省品種亟待改良與多樣化，以提高品質，分散產期來增加柿農收益。

自摩天嶺甜柿試種成功後，各地興起一片種甜柿的風氣，目前新興的甜柿品種都是由日本引入，

---

1. 台灣省農業試驗所　研究報告第1970號。
2. 本所園藝系助理研究員及研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

以‘富有’、‘次郎’、‘花御所’爲主要品種，由於甜柿能在樹上自行脫澀可當脆柿食用，又具有大果、糖度高、果色美等優點，在經濟價值及產銷上較澀柿爲優，然由於品種爲自日本引入，對於本省平地風土的適應性有其限制[5]，在低海拔地區種植有轉色困難、果肉質的較粗及果形小等問題[6]，中海拔地區種植有蒂部裂果、果頂裂果及污損果等生理障礙問題[7]。農戶對於引入品種的生長習性若未能確實掌握，盲目種植，將無法經濟生產，故本研究的主要目的在深入調查並探討引入品種的生長習性及果實特性，以提供農民種植時的參考，並做爲柿品種改良的依據，從而達成育種目標。

材料與方法

供試材料爲種植於台灣省農業試驗所柿品種保存園(海拔 85 公尺)的品種，本地品種計有‘台東豆柿’、‘四周柿’、‘牛心柿’、‘正柿’及‘南瓜柿’；國外引入的柿品種計有‘愛宕’、‘刀根早生’、‘平核無’、‘Kaoru’、‘御富’、‘甘百目’、‘西村早生’、‘正月’、‘禪寺丸’、‘松本早生富有’、‘富有’、‘次郎’等 17 個品種，10 年生以上植株。

供試品種係嫁接於‘台東豆柿’(*Diospyros oldhami*)上，於生育期間調查品種生育特性及果實性狀，調查項目包括萌芽期(芽萌動至全樹 25%的葉芽第一片葉展開時)、開花期、果實成熟期、果實發育日數(盛花期開始至果實第一次商業性採收的日期爲止)、果重、果高、果寬、果形指數、果形果色、果實糖度等，每品種調查 2 株，每一數據至少爲 15 個樣品的平均，並進行本地種與引進品種間的評估比較。

結果與討論

一、萌芽與開花

供試的品種以‘台東豆柿’最早萌芽，自 2 月 12 日即先行萌芽，其次爲‘四周柿’於 2 月 27 日萌芽，‘牛心柿’及‘正柿’於 3 月 9 日萌芽，‘南瓜柿’於 3 月 18 日萌芽，以上先萌芽的品種均爲本地品種，顯示早期由先民引入栽培的品種，經過多年的馴化，已相當適應本省的氣候，經和引進品種比較，不但萌芽早，在萌芽整齊度也較整齊，其次才爲外來的引進品種，以‘Kaoru’及‘御富’3 月 18 日較早萌芽，而‘愛宕’於 4 月 7 日最晚萌芽，萌芽晚且萌芽很不整齊，其餘引進品種均集中在 3 月 24 日至 4 月 2 日間開始萌芽(見圖 1)。

在花期方面也以本地品種先開花，以‘台東豆柿’最早開花，先開雄花再開雌花，盛花期於 3 月 24 日；其次爲‘四周柿’(4 月 7 日)，‘牛心柿’(4 月 10 日)，‘南瓜柿’(4 月 10 日)，及‘正柿’(4 月 18 日)；引進品種則以‘西村早生’、‘刀根早生’、‘Kaoru’及‘平核無’較早開花，其次爲‘正月’、‘御富’、‘甘百目’、‘次郎’、‘松本早生富有’、及‘富有’，而以‘愛宕’及‘禪寺丸’較晚開花(詳見圖 1)。

二、果實成熟期

供試的 17 個品種果實成熟期自 8 月初持續至 11 月中旬，前後將近 3 個半月之久(詳見圖 2)。成熟期最早的爲‘西村早生’，其果實自 7 月中旬即開始轉色，8 月 1 日至 8 月 30 日採收，成熟期最晚者爲‘正月’產期自 10 月 15 日至 11 月 20 日，其他品種成熟期如：‘四周柿’自 9 月 10 日至 10 月 20 日，‘牛心柿’自 10 月 15 日至 11 月 15 日，‘次郎’自 9 月 15 日自 10 月 20 日及‘富有’9 月 20 日至 11 月 3 日等。

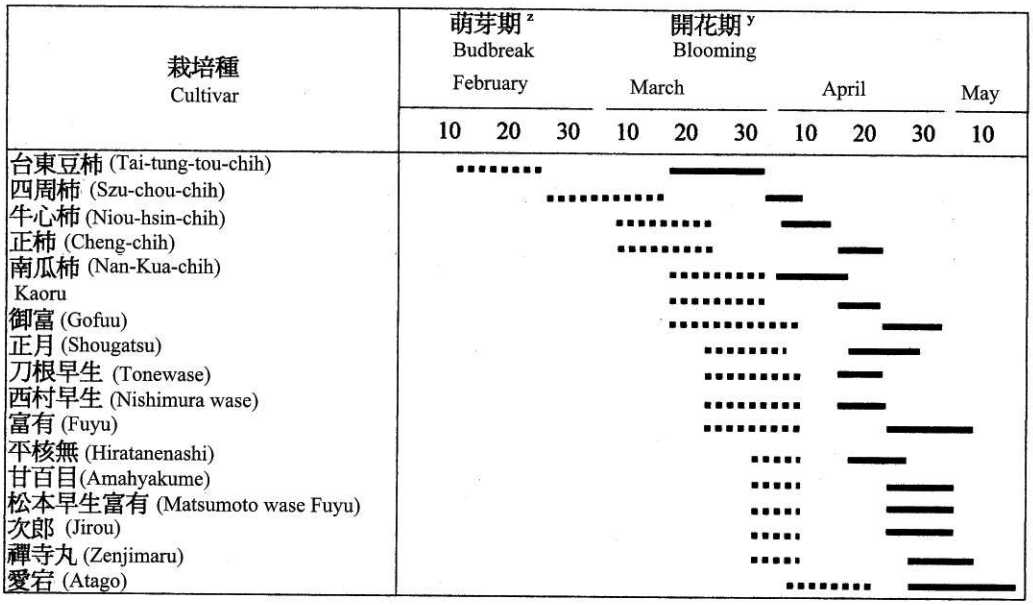

圖 1. 柿品種在農試所種植的萌芽與開花順序

Fig. 1. Budbreak and blooming sequence of persimmons planted at TARI in 1996.

z Budbreak = ▪▪▪▪▪

y Blooming = ▬▬

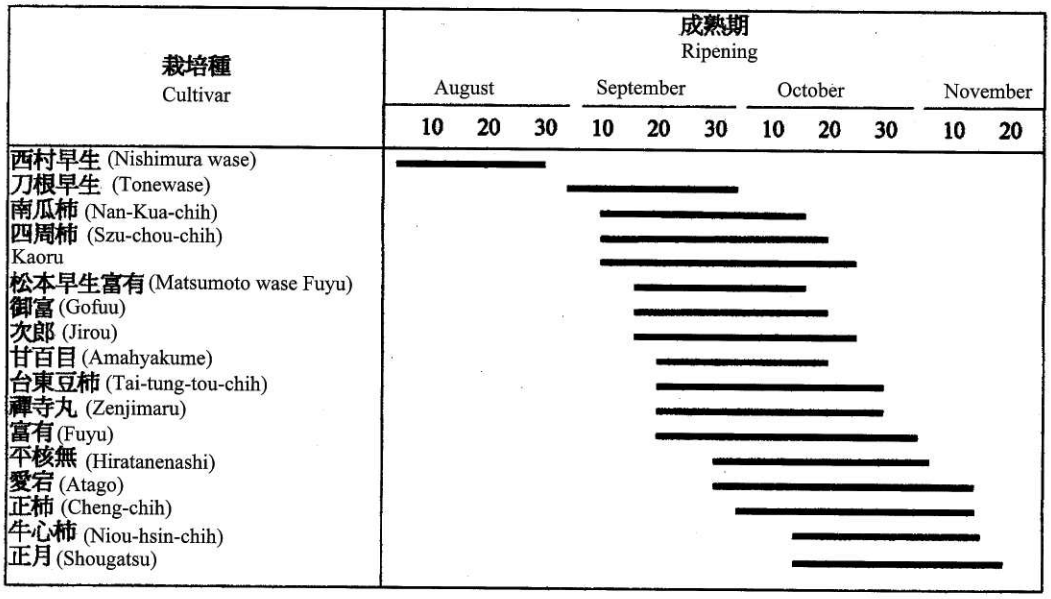

圖 2. 1996 年不同柿栽培種於農試所種植的成熟次序

Fig. 2. Ripening sequence of persimmons at TARI in 1996.

三、果實性狀與品質分析

供試品種依果實甜澀可區分爲完全澀柿5種，不完全澀柿2種，不完全甜柿6種及完全甜柿3種，這些品種的分類及果實性狀詳如表1，試種地區全年的月平均溫及年均溫見表2，年平均溫度22.8℃，以1月平均溫度15.8℃爲最低，茲將這些品種於本所保存園的表現詳述如下:

'四周柿'爲完全澀柿，樹勢強健，枝條開張，爲本省重要的澀柿品種於9月中旬成熟，平均果重108.2公克，果形扁方圓，果蒂平，果梗窪淺，有淺側溝，完熟時果皮橙紅色，果肉橙黃色，黏質，好剝皮，平均糖度14.0 °Brix，口感佳，主要供作軟柿及少量脆柿食用。

'牛心柿'爲完全澀柿，生長勢最強，枝條直立，果實於10月中旬成熟，平均果重205.5公克，果形尖圓，果頂鈍尖，果梗窪淺，果實完熟時果色朱紅色，果肉橙紅，漿質多汁，平均糖度 15.9 °Brix，但口感中等，一般於黃綠時採收，經石灰水脫澀，供作脆柿食用。

'正柿'爲完全澀柿，樹勢強健，枝條直立，果實於10月中下旬成熟，平均果重196.7公克，果形圓，果窪淺平，完熟時果色爲朱紅色，果肉橙紅，黏質汁多，剝皮容易，平均糖度爲15.2 °Brix，一般適合催熟作軟柿食用。

'南瓜柿'爲完全澀柿，樹勢強健，有兩性花，果實於9月中旬成熟，平均果重158.6公克，果形扁圓，但兩性花果實果頂較尖圓，果皮橙紅，果蒂平，果肉橙黃，供軟柿食用果肉黏質多汁，味甜，平均糖度16.8 °Brix，但果實剝皮性不佳，果皮有細小黑色裂紋影響外觀，影響食用價值。

'愛宕'爲完全澀柿，樹勢中等，枝條直立，單爲結果力強，落果少，在日本爲晚生品種，在本所於10月中下旬成熟，平均果重133.5公克，果形爲長卵圓形，果皮橙黃色，果粉多，完熟時果肉汁多但稍微粉質，肉質稍粗，口感並不佳，以做脆柿較佳。

'台東豆柿'爲完全澀柿，萌芽最早，樹勢強健，果粒甚小，不具商業價值，平均果重10.8公克，果形圓，果色橙黃，種子形成力強，落果少，主要作爲砧木品種。

'平核無'屬於不完全澀柿，爲日本重要的高品質澀柿品種，樹勢強，樹形開張，開花多，單爲結果力良好，豐產，種子形成力弱，因一般柿子爲六倍體(2n=90)，本品種爲九倍體(2n=135)經人工授粉也不易形成種子[9]，落果少，隔年結果情形不明顯，於本所約10月上旬成熟，平均果重139.7公克，果形扁方，果皮橙黃色，外觀美，果肉橙黃色，完熟時肉質細緻，柔軟多汁，好剝皮，口感佳，平均糖度16.0 °Brix，但果實脫澀軟化後，品質不易保存，櫃架壽命短爲其缺點。

'刀根早生'其爲'平核無'枝條變異所產生的早生品種，於9月中下旬採收，較'平核無'早2-3週採收，樹性同'平核無'，但果實較大較不方扁，平均果重152.1公克，平均糖度15.8 °Brix，轉色程度較'平核無'爲優。

'西村早生'爲供試品種中最早成熟的品種，樹勢強，樹形半開張，其爲不完全甜柿，須經授粉，在果實內形成多數種子，果實才能脫澀成爲甜柿，'西村早生'一般須有4粒以上種子的形成，果肉才能完全脫澀[2,8]，雖然本身具有雄花，但花粉量不足，須另種植授粉樹，果實於8月中旬成熟，平均果重132.7公克，果形扁圓，果頂部稍尖，果皮橙黃細而有光澤，完熟時爲橙紅色，果肉橙黃色，肉質粗脆，在種子周圍褐斑密且粗大，平均糖度14.5 °Brix，以當脆柿食用爲佳，果實軟化後，肉質爲粉質，口感不佳。

'甘百目'爲不完全甜柿，無雄花，須配植授粉樹，種子形成力強，樹勢旺盛，樹形開張，於9月下旬成熟，大果，平均重192.7公克，果形圓形稍長，果皮淡橙黃色，光澤少，外觀不美，果肉黃白色，褐斑大且多，肉質粗脆，品質中等，平均糖度16.0 °Brix，但本種易有隔年結果現象且在果蒂附近的果肉易有脫澀不完全的現象發生。

'Kaoru'爲不完全甜柿，無雄花，樹勢強健，樹形開張，極大果，平均果重281.2公克，果形圓形稍扁，果頂部稍尖，果皮橙紅色，果肉橙黃色，平均糖度稍低爲13.3 °Brix，豐產，但缺點果肉易脫

表 1. 柿不同品種果實特性調查, 霧峰, 1996.

Table 1. Investigation on fruit characters of persimmon trees at TARI in 1996.

栽培種 Cultivar	類型 Group[z]	果重 Fruit weight[y] (g)	果實大小 Fruit size (cm) Length×Width	果形指數 Fruit shape index[x]	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	果色 Skin clolr	果形 Fruit shape	果實發育日數 FDP (days)[w]
臺東豆柿 (Tai-tung-tou-chih)	PCA	10.8	2.2×2.7	123	22.8	orange-yellow	roundish oblate	200
四周柿 (Szu-chou-chih)	PCA	108.2	4.9×6.0	122	14.0	orange	sauare oblate	176
牛心柿 (Niou-hsin-chih)	PCA	205.5	6.9×7.2	104	15.9	orange	round	202
南瓜柿 (Nan-kua-chih)	PCA	158.6	5.6×6.9	123	16.8	orange-red	roundish oblate	158
正柿 (Cheng-chih)	PCA	196.7	5.8×6.7	116	15.2	orange-red	round	198
愛宕 (Atago)	PCA	133.5	7.0×6.1	87	13.5	yellow	conical	187
刀根早生 (Tonewase)	PVA	152.1	5.0×7.8	156	15.8	orange-yellow	square flat	153
平核無 (Hiratanenashi)	PVA	139.7	4.9×7.1	145	16.0	orange-yellow	square flat	172
御富 (Gofuu)	PVNA	122.5	5.0×6.4	128	18.7	orange	round dome	157
甘百目 (Amahyakume)	PVNA	192.7	6.4×7.1	111	16.0	orange-yellow	round	162
Kaoru	PVNA	281.2	6.5×8.4	129	13.3	orange	roundish oblate	166
西村早生 (Nishimura wase)	PVNA	132.7	5.0×6.7	134	14.5	orange	oblate	120
正月 (Shougatsu)	PVNA	148.1	5.8×6.7	115	14.7	yellow	round	181
禪寺丸 (Zenjimaru)	PVNA	71.5	4.6×5.1	111	14.0	orange	round	157
松本早生富有 (Matsumoto wase fuyu)	PCNA	148.7	5.0×7.2	144	14.0	orange-yellow	roundish oblate	152
富有 (Fuyu)	PCNA	148.2	5.0×7.1	142	14.3	orange-yellow	roundish oblate	169
次郎 (Jirou)	PCNA	177.4	5.4×7.9	146	12.3	orange-yellow	square oblate	157

[z] PCA : Pollination constant astringent type.
PVA : Pollination variant astringent type.
PVNA : Pollination variant non-astringent type.
PCNA : Pollination constant non-astringent type.

[y] Each value is the mean of 15 observations.

[x] Fruit shape index = fruit width / fruit length.

[w] FDP : Fruit development period from full bloom (60-80% flowers open) to first commercial harvest.

澀不完全，蒂部裂果明顯且發生率高，易造成果肉發黴腐爛，嚴重影響外觀與商品價值。

'御富'爲不完全甜柿，樹勢中等，樹形開張，無雄花著生，須配植授粉樹，果實於9月中旬成，平均果重122.5公克，果形扁方形，果皮橙色，果面雜斑多，果肩有花瓣形縱痕，果肉橙黃色，平均糖度高達18.7 °Brix，爲引入品種中最甜的品種，肉質稍粗，有輕微果頂裂果情形，品質中等。

'正月'爲不完全甜柿，樹勢旺盛，在日本爲晚生品種，在本所於10月底採收，平均果重148.1公克，果形圓，果頂尖，果色淺橙黃，著色不良，果肉淡黃色，果肉脆而褐斑粗大，黏質而果汁較少，平均糖度14.7 °Brix，品質中等，過熟時，果頂易發生龜裂，不適宜儲藏，雄花著生多，可作爲'富有'的授粉樹。

'禪寺丸'爲不完全甜柿，樹勢中等稍弱，樹形半開張，果實於10月中旬採收，小果，平均果重71.5公克，圓形，果色橙黃色，果肉褐斑多且粗，品質不佳，但具有多量雄花，花粉量多，且花粉發芽率高，爲有名的授粉品種。

'富有'爲日本栽培最多的完全甜柿品種，在本省也是最重要的甜柿品種，栽培局限在中高海拔地區，樹勢稍強，樹形開張，無雄花，雌花單爲結果力差，種子形成力高，爲安定生產，必須人工授粉或種植授粉樹，在本所於10月上旬成熟，果形較小，平均果重148.2公克，果形扁圓，果皮較粗，果皮橙黃，但轉色不均勻，果肉質稍粗，褐斑較細密，有蒂部裂果發生[7]，以大果發生的比率較高，平均糖度14.3 °Brix，品質不如在高海拔地區生產[6]。

'松本早生富有'爲'富有'的早生枝條變異品種，於9月中旬成熟，較'富有'提早2週採收，平均果重148.7公克，平均糖度14.3 °Brix，雖然在日本'富有'果實較'松本早生富有'爲大，但在本所表現無差異，其它果實性狀與'富有'相同。

'次郎'爲完全甜柿，樹勢強，半直立性，果實於9月下旬成熟，在南投縣信義鄉種植，可於中秋節前上市。果實扁方形，果頂部淺凹，平均果重177.4公克，較'富有'爲大，果皮橙紅色，果粉多，果肉橙黃色，褐斑顆粒細小，肉質緻密而稍硬，果汁量少，平均糖度12.3 °Brix，貯藏性不如'富有'，軟熟時果肉爲黏粉質，口感不佳，由於'次郎'容易有果頂裂果發生，應避免授粉產生種子，可降低發生的比率和程度[7]。此外幼果期由於花瓣不易脫落，成熟果實果頂常發生污損果。經觀察'次郎'較'富有'耐熱，單爲結果力也較強，樹勢強，容易管理，較適應在平地種植。

表 2. 1996年台中霧峰地區每月最高、最低與平均溫度記錄

Table 2. Month and year mean temperature record at Wu-Feng Taichung, 1996.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual average
Min. Temperature	11.0	11.7	15.9	14.9	21.6	23.0	25.0	24.4	24.1	21.6	18.7	12.6	18.7
Max. Temperature	23.7	21.3	25.6	23.7	31.8	33.8	34.4	32.5	32.2	30.4	28.0	24.5	28.5
Mean Temperature	16.2	15.8	19.9	18.2	25.6	28.4	28.9	27.7	27.4	25.1	22.3	17.3	22.8

四、果實發育日數

果實發育日數爲從盛花期至果實第一次商業性採收的日期爲止。有關供試品種的果實發育日數以'西村早生'的120天爲最短，而以'愛宕'、'正柿'、'豆柿'及'牛心柿'爲較長，分別爲187天、198天、200天及202天，其餘供試品的果實發育日數介於152天至181天內(詳見表1)，而本省供試品種的果實發育日數，除'南瓜柿'的158天稍短之外，比起引進種'西村早生'的120天甚長，均爲晚生品種，足見本省的澀柿品種在產期的改良上，應仍有極大的空間，除利用修剪促進提早萌芽

開花外，經由品種改良減少果實發育日數，配合本省品種早萌發的特性，應可將目前品種的產期提早至 7-8 月，以改善目前本省經濟栽培之柿品種不多，產期又集中在 9 至 10 月，盛產期價格低落影響柿農收益的問題，故利用引進的早生柿種原，改良台灣晚生柿品種，實爲重要的育種課題。

誌 謝

本計畫承蒙農委會種原計畫(87-科技-1.2-糧-24B02)多年的經費補助，謹致謝忱。感謝園藝系劉邦基博士與種原室溫英杰博士(原任職園藝系，83 年 5 月 11 日轉調國家作物種原室)當初建立柿品種園之辛苦。同時感謝計畫助理劉麗玉、謝素玉、艾慶平及技工陳耿信多年的協助。

引用文獻

1. 中國農學會遺傳資源學會編。1994。中國作物遺傳資源。887-899 頁。中國農學出版社。北京。
2. 宋家瑋、歐錫坤。1998。種子有無對柿果實生長與發育的影響。台灣省農業試驗所技術服務 9(2):2-6。
3. 吳耕民。1993。柿。495-462 頁。中國溫帶落葉果樹栽培學。浙江科學出版社。浙江。
4. 康有德。1960。台灣柿之生產。科學農業 8(3,4):62-74。
5. 康有德。1980。農家要覽一柿。豐年社。843-853 頁。
6. 溫英杰。1995。柿品種評估暨改良。中華農業研究 44(1):49-58。
7. 歐錫坤、宋家瑋。1997。柿子果實的生理障礙與防治對策。台灣省農業試驗所技術服務 8(3):4-8。
8. 松村博行。1996。カキの作業便利帳。31-42 頁。農山漁村文化協會。東京。
9. 遠藤融郎。1983。カキ品種生態上栽培。農業技術大系果樹篇。4、基礎篇。79-114 頁。農山漁村文化協會。東京。

Adaptation of Persimmon Cultivars in Lowland Area of Taiwan[1]

Chia-Wei Song and Shyi-Kuan Ou[2]

Summary

Five Taiwan persimmon cultivars and 12 foreign persimmon cultivars were evaluated at TARI. Growth habits and fruit characteristics were tested including budbreak、 blooming date、ripening date、fruit weight、fruit length、fruit width、fruit shape、fruit color、total soluble solids and fruit development period. The date of budbreak and blooming of Taiwan persimmon is earlier and more uniform than Japanese persimmon cultivars. The ripening date of 'Nishimura wase', FDP only 120 days, is earliest one than other cultivars, and FDP of the rest cultivans are counted from 152 to 202 days. Most of Japanese persimmon, were tasted much more fiber and smaller size under the growth condition of TARI. These cultivars are not able to cultivate very well in lowland area.

Key words: Persimmon, Cultivar, Adaptation, Fruit development period.

1. Contribution No. 1970 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Horticulturist and Senior Horticulturist, Department of Horticulture, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：60-63（1999）

凍熱細菌質體轉形法[1]

王強生[2] 廖仁盟[3]

摘要：細菌轉形爲分子生物學相關研究領域實驗室內操作最爲普遍之實驗步驟。本文介紹我們所發展之一快速且簡易之細菌轉形法名爲「凍熱細菌質體轉形法」，利用此一方法可快速且大量進行細菌之轉形，轉形效率可達 8.7×10^6 轉形株/μg 質體 DNA。此一凍熱處理細菌質體轉形法僅須 15 min，較現有大多數方法耗時 75-90 min 可節省 60-75 min，顯著縮短轉形所需時間。本凍熱處理細菌質體轉形法其步驟如下：將質體 DNA 與 100 μl 之細菌勝任細胞混合後，置於液態氮內 5 分鐘進行凍處理，再立即移至 37 ℃進行熱處理 5 分鐘後，直接塗佈於已在 37 ℃回溫之選擇性培養基，置於 37 ℃下培養 16-18 小時，即可完成轉形。凍、熱處理後，經 30min 之恢復培養，雖有助於提高細菌轉形效率，但較爲費時。本試驗結果顯示，此一凍熱處理細菌質體轉形法，具快速(少於 15 分鐘)、簡單、便宜及可大量操作等優點，適合任何分子生物實驗室之經常性使用。

關鍵詞：細菌轉形法、凍熱法、大腸桿菌。

前　言

細菌質體轉形爲一般分子生物實驗室最常進行之試驗工作之一，因此相關轉形方法頗多，但大多頗爲耗時，一般至少需要 75-90 min 方能完成。對一選殖工作頻繁及基因交流普遍之實驗室而言，如能將轉形步驟予以簡化，將有助於研究效率之提高。

在諸多細菌質體轉形方法中，最被普遍接受使用之方法有氯化鈣法(Calcium chloride method)[7,8]，TSS (transformation storage solution)法[2]，及近年發展的電穿孔法 (electroporation method)[1,4,6]。一般言之，轉形效率(轉形株/μg 質體 DNA)大多數的方法約爲 10^5 - 10^8，以電穿孔法的 10^8 - 10^9 爲最高[2]，惟所需儀器之電穿孔儀(electroporator)及耗材較爲昂貴。

本研究參考、改良氯化鈣法[7,8]之熱休克(heat shock)處理及 TSS 法中勝任細胞製備法[2]，發展出可於 15 min 內完成質體轉形之凍熱處理轉形法(freezing-warming transformation method)，其轉形效率達 10^6 - 10^7 轉形株/μg 質體 DNA。

材料與方法

本試驗選取大腸桿菌 E. coli 之菌系 JM109 做爲進行轉形之宿主細胞。選用之質體 DNA 爲 pBluescript (SK-)(pBS, Stratagene Co.)及 pGEM7(Zf+)(pGEM7, Promega Co.)，其大小均爲 3 kb，質體 DNA 係依照 Qiagen plasmid purification kit (Qiagen Co.)純化而得。

---

1. 台灣省農業試驗所　研究報告第 1971 號。

2. 本所農藝系副研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

3. 中興大學分子生物學研究所碩士班研究生。台灣省　台中市。

一、勝任細胞之製備

本試驗所用以轉形之勝任細胞(competent cells)係依照 TSS 法修改而成[2]。大腸桿菌宿主細胞 JM109 (4,000 rpm, 4 ℃, 7 min)收集菌體後，懸浮於 1/10 原體積之冰冷 TSS 溶液 [LB broth 含 10 % PEG (m.w. 8000) (W/V), 5% DMSO (V/V), 50 mM MgSO4, pH 6.5] 所製備而成。轉形用之勝任細胞係取 100ul 菌體分裝於 1.5 ml 離心管置於冰上備用。

二、質體轉形法

㈠凍熱處理轉形法

將質體DNA (100 pg-10 ng) 與勝任細胞混合後置於冰上 5 min 後，以液態氮進行冷凍處理 5 min，於 37 ℃ 進行熱處理 5 min 後，直接塗佈於經 37 ℃回溫之選擇性培養基。恢復培養(recovery culture)係於熱休克處理後，加入 0.9 ml 不含抗生素之 TSS 溶液(含 20 mM glucose) 後，移至 5 ml 培養試管，於 37 ℃ 震盪(220 rpm)培養 30 min 後進行塗佈。

㈡ TSS 轉形法

係依照 Chung et al.[2]之方法進行，其步驟如下：將質體 DNA (100 pg-10 ng) 與勝任細胞混合後置於冰上 30 min 後，加入 0.9 ml 不含抗生素之 TSS (transformation-storage-solution)溶液(含 20 mM glucose) 後，移至 5 ml 培養試管於 37 ℃ 震盪(220 rpm)培養 60 min 後進行塗佈、培養於經 37 ℃回溫之選擇性培養基。

㈢氯化鈣轉形法

本方法係依照 Maniatis et al.[8]之方法修改進行，其步驟如下：將菌體懸浮於 50 mM CaCl2, 10 mM Tris-HCl (pH 8.0)之溶液置於冰上備用，將質體 DNA (100 pg-10 ng) 與勝任細胞混合後置於冰上 30 min 後，於 42℃水浴進行熱休克處理 2 min，加入 1 ml 含抗生素之 LB 溶液後，移至 5 ml 培養試管於 37 ℃ 震盪(220 rpm)培養 45 min 後進行塗佈、培養於經 37 ℃回溫之選擇性培養基。本試驗每處理均以三重複進行，轉形效率係於培養後 16-18 小時計算轉形之菌落數換算成轉形株/ μg 質體 DNA。

結果與討論

一般而言，利用氯化鈣轉形法進行質體轉形之效率約 1-7 x 10^6 [8]，而 TSS 法之轉形效率約 1-5 x 10^7 [2]，與本研究所得結果極爲相近，二方法之轉形效率依次爲 5.3-6.5 x 10^6 及 3.2-3.8 x 10^7 (表 1)。本試驗利用 TSS 法所得之轉形效率，約較原作者低數倍，可能是本試驗所用之勝任細胞係收集 OD_{600} 0.4-0.6 之菌體，而 Chung et al. [3] 係使用培養較早期 OD_{600} 0.3-0.4 之菌體，其轉形活性較高所致。利用本研究所發展的凍熱處理轉形法進行質體轉形結果，其轉形效率介於 4.9-8.7 x10^6，且二參試質體 DNA 並無顯著差異(表 1)。此一新方法之轉形效率與目前最廣泛使用之氯化鈣法相當，但略較 TSS 法[2]低(表 1)。

比較轉形過程所需時間，凍熱處理轉形法可於 15 min 內完成轉形，而氯化鈣法[8]與 TSS [2]法分別需時 75 min 及 90 min，顯示採用本方法至少可節省 60-75 min。比較恢復培養之效果發現(表 1)，經 37 ℃ 30 min 之恢復培養，雖可提高轉形效率數倍，但須耗費較多時間。茲將本試驗所創細菌凍熱處理質體轉形法之步驟敘述如下：

㈠勝任細胞(competent cells)之製備：將新鮮隔夜培養之大腸桿菌宿主細胞以 1:100 之比率培養於 37℃回溫之 LB (Luria-Bertani) broth，於 37 ℃ 震盪(220 rpm)培養至 OD_{600} 0.4- 0.6，約 2-3 小時。

㈡以離心方式(4,000 rpm, 4 ℃, 7 min)收集細菌後，倒棄原培養液，將細菌懸浮於 1/10 原體積之冰冷 TSS 溶液[3]。

㈢將轉形用之勝任細胞分裝爲 100 μl 至 1.5 ml 離心管置於冰上備用。

㈣將欲轉形之質體 DNA (100 pg-10 ng) 與勝任細胞混合後，置於冰上 5 min。

㈤以液態氮進行冷凍處理 5 min，立即移至 37 ℃ 進行熱處理 5 min 後，直接塗佈於經 37 ℃回溫

之選擇性培養基(已塗佈 IPTG 及 X-gal，方法請參照一般細菌轉形法)，經 16-18 小時之倒置培養即可完成轉形。

表 1. 利用凍熱法、氯化鈣法及 TSS 法進行細菌質體轉形之效率比較

Table 1. Comparison among the transformation efficiency (colony forming unit/μg DNA) of the freezing-warming method, calcium chloride method and TSS method.

轉形方法	質體 DNA	轉形效率 (轉形株/μg DNA) [z]	所需時間
凍熱法 (Freezing-warming method)			15 min
	pBS	4.9×10^6 c	
	pGEM7	8.7×10^6 bc	
凍熱法 + 恢復培養 (Freezing-warming method + recovery culture)			45 min
	pBS	1.1×10^7 b	
	pGEM7	1.8×10^7 b	
氯化鈣法 (Calcium chloride method) (Maniatis et al. 1982)			75 min
	pBS	5.3×10^6 c	
	pGEM7	6.5×10^6 bc	
TSS 法 (TSS method) (Chung et al. 1989)			90 min
	pBS	3.2×10^7 a	
	pGEM7	3.8×10^7 a	

[z] Numbers with the same letter are not significantly different at 5 % significant level.

雖然細菌轉形機制並未被明確探討，但一般均認爲，二價的陽離子尤其是 Ca^{+2} 及 Mg^{+2} 之存在，有助於細菌轉形[3]。雖然，熱休克(heat shock) (42℃)之作用機制尚未明瞭，一般認爲其爲細菌轉形中 DNA 進入細胞所必要之步驟[5]，熱休克處理已被廣泛用於細菌轉形試驗[3, 7, 8]。本試驗首創以液態氮(-196 ℃)進行冷凍處理，並以一般細菌培養之溫度 37 ℃，取代 42 ℃熱處理，進行細菌質體轉形。本研究報告凍熱細菌質體轉形法，具有快速、便宜、簡便，且結果穩定之優點，值得予以推廣，以節省經常浪費在細菌轉形所需時間，增進研究效率。

誌 謝

本研究蒙行政院農業委員會計畫(85 科技-1.4 糧-02-1 及 86 科技-1.4 糧-03-1)補助，謹致謝忱。

引用文獻

1. Chuang, S. E., A. L. Cheng, and C. C. Chao, 1995. Nucleic Acids Res. 23:1641.
2. Chung, C. T., S. L. Niemela, and R. H. Miller, 1989. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 86:2172-2175.
3. Degert, M. and S. D. Ehrlich, 1979. Gene. 6:23-28.
4. Dower, W. J., J. F. Miller, and C. W. Ragsdale. 1988. Nucleic Acids Res. 16:6127-6145.
5. Hackett, P. B., J. A. Fuchs, and J.W. messing. 1988. An introduction to recombinant DNA techniques. The Benjamin/Cummings Pub. Inc., pp.123-130.
6. Hanahan, D. 1983. J. Mol. Biol. 166:557-580.
7. Mandel, M and A. Higa, 1970. J. Mol. Biol. 53:159-162.
8. Maniatis, T., E. F. Fritsch, and J. Sambrook, 1982. Molecular cloning: A Laboratory Mannual, Cold Spring Harbor University Press, Cold Spring Harbor, N. Y., pp. 249-251.

Freezing-warming Method for Transformaton of *E. coli* [1]

Chang-Sheng Wang[2] and Ren-Mon Liao[3]

Summary

We report a freezing-warming method for transformation of *E. coli.* In this method, plasmid DNA were mixed with 100 μl ice cold competent cells, freezing treated in liquid nitrogen for 5 min followed with heat treatment at 37 ℃ for 5 min, then directly spread onto the selective agar plate pre-warmed to 37 ℃ and cultured for 16-18 hr. Addition of recovery culture at 37℃ for 30 min before plating increased transformation efficiency several folds, however more time was required. The advantage of this new transformation method is time-saving. In general, a transformation efficiency up to 8.7 X 10^6 colony forming units/μg DNA can be achieved by this method within 15 min and it is significantly faster than most of the reported methods that usually require 75-90 min.

Key words : Transformation, Freezing-warming method, *E. coli.*

---

1. Contribution no. 1971 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate geneticist, Laboratory of Molecular Genetics, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Graduate student of the Institute of Molecular Biology, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

Jour. Agric. Res. China（中華農業研究）48(1)：64～66（1999）

U8-1-1

New Records of Six Braconids (Hymenoptera: Braconidae) from Taiwan[1]

Liang-Yih Chou[2]

Abstract: Six species of the Braconidae (Hymenoptera), *Amyosoma leuzerae* Rohwer, *Apanteles folia* Nixon, *Bioxys japonica* Stary and Schlinger, *Dolichogenidea parasae* (Rohwer), *D. stantoni* (Ashmead) and *Wilkinsonellus iphitus* (Nixon) are recorded from Taiwan for the first time in this paper.

Key words: Aphidiinae, Braconinae, Microgastrinae, Braconidae, Taiwan.

APHIDIINAE

Bioxys japonica Stary and Schlinger

Bioxys japonica Stary and Schlinger, 1967. Rev. East Asian Aphidiidae:32. - Stary, 1975. Beitr. Ent. Berlin 25 (1):57.

Trioxys (*Trioxys*) *japonica* (Stary and Schlinger): Mackauer and Stary, 1967. World Aphidiidae: 99.

Trioxys machilaphidis Takada, 1968. Ins. Mats. 30:113.

Trioxys (*Trioxys*) *staryi* Mackauer, 1968. Aphidiidae, Hym. Cat. (nov.ed.) 3:73.

Material examined: TAICHUNG: Wushikeng, 32♀17♂, 4.III.1999, ex *Machilaphis machili* on *Persea zuihoensis* (Hayata) Li (L.Y. Chou).

Distribution: Japan[5,6,10-12] and Taiwan (new record).

Host: *Machilaphis machili* (Takahashi) (Drepanosiphidae).

BRACONINAE

Amyosoma leuzerae Rohwer

Amyosoma leuzerae Rohwer, 1918. Proc. U.S. natn. Mus. 54:567. - van Achterberg & Polaszek, 1996. Zool. Verh. 304:23.

Bracon chinensis var. *leuzerae* (Rohwer): Fahringer, 1934. Opusc. Bracon. 3:334. - Shenefelt, 1978. Braconidae, 10. Hym. Cat. (nov.ed.) 15:1562.

Material examined: TAICHUNG: Houli, 6♀, V-1983, ex *Zeuzera coffeae* on grape (C. P. Chang).

Distribution: Indonesia[1] and Taiwan (new record).

Host: *Zeuzera coffeae* Nietner (Cossidae).

---

1. Contribution No. 1972 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Associate Entomologist of the Department of Applied Zoolied Zoology, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

MICROGASTRINAE

Apanteles folia Nixon

Apanteles folia Nixon, 1965. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.) Suppl. 2: 99.

Apanteles sp. Chou, Yang and Ho. 1994. Plant Prot. Bull. 36: 329.

Material examined: TAIWAN, without date, ex *Arhopala paramuta horishana* Matsumura (C.S. Tseng).

Distribution: Australia, Mainland China, Malaysia, New Guinea, Philippines[3,9] and Taiwan (new record).

Host: *Arhopala paramuta horishana* Matsumura (Lycaenidae)[4].

Dolichogenidea parasae (Rohwer)

Apanteles parasae Rohwer, 1922. Treubia 3:54. - Nixon, 1967. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.) 21(1):22. - Austin, 1987. Slug and nettle caterpillars : 141.

Material examined: TAICHUNG: Tungshih, 19♀16♂, 17-VII-1995, ex *Parasa tessellata* on pear (L. Y. Chou). TAIPEI, 14♀39♂, 7-II-1987 (L. Y. Chou).

Distribution: Indonesia, Sri Lanka, Malaysia, Philippines[2, 9] and Taiwan (new record).

Host: *Parasa tessellata* Moore (Limacodidae) .

Dolichogenidea stantoni (Ashmead)

Urogaster stantoni Ashmead, 1904. J.N.Y. ent. Soc. 12:20.

Apanteles stantoni (Ashmead): Wilkinson, 1928. Bull. Ent. Res. 19:131.

Apanteles fistulae Wilkinson, 1928. Bull. Ent. Res. 19:134.

Dolichogenidea stantoni (Ashmead): Austin and Dangerfield, 1992. Invertebr. Taxon. 6:29.

Material examined: HUALIEN: 2♀1♂, VI-1998, ex *Parotis marginata* (J. T. Chao).

Distribution: New Britain, Fiji, Philippines, India, Mainland China, Malaysia, Philippines[3,8,9] and Taiwan (new record).

Host: *Parotis marginata* (Hampson) (Pyralidae).

Wilkinsonellus iphitus (Nixon)

Apanteles iphitus Nixon, 1965. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), Suppl. 2:198.

Wilkinsonellus iphitus (Nixon): Mason, 1981. Mem. Entomol. Soc. Canada 115:122.

Material examined: PINGTUNG: Kenting, 1♀, 18-23-III-1981 (K.S. Lin & T. Lin); Shantimen, 1♂, 28. III-1.IV.1981 (C.C. Chen & C.C. Pang).

Distribution: Philippines[7,9] and Taiwan (new record).

Host: Unknown.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wish to express his cordial thanks to Professor T. C Hsu for the identification of aphid, to Mr. C.P. Chang, Dr. J.T. Chao and Dr. P.S. Yang for providing materials. This study was financially supported (85 AST-1.2-FAD-23(1-2)) in part by the Council of Agriculture, Executive Yuan, Republic of China.

REFERENCES

1. Achterberg, C. van, and A. Polaszek. 1996. The parasites of cereal stem borers (Lepidoptera: Cossidae, Crambidae, Noctuidae, Pyralidae)) in Africa, belonging to the family Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). Zool. Verh. Leiden 304: 1-123.
2. Austin, A. D. 1987. Chapter 6, Braconidae, a review of the Braconidae (Hymenoptera) that parasitize Limacodidae in south-east Asia, particularly those associated with coconut and oil palm. pp. 139-164. *In*: Cock, Godfray and Holloway (eds.). Slug and nettle caterpillars. CAB International, Wallingford, U.K. 270pp.
3. Austin, A. D., and P. C. Dangerfield. 1992. Synopsis of Australasian Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae), with a key to genera and description of new taxa. Invertebr. Taxon. 6: 1-76.
4. Chou, L. Y., P. S. Yang, and J. Z. Ho. 1994. List of parasitoids of Taiwanese butterflies. Plant Prot. Bull. 36(4): 327-331.(in Chinese)
5. Mackauer, M. 1968. Aphidiidae, *In*: Hymenopterorum Catalogus. (eds. Ch. Ferriere and J. van der Vecht) Part 3, pp. 5-103. (Dr. W. Junk: Gravenhage.)
6. Mackauer, M., and P. Stary. 1967. Hym. Ichneumonoidea, World Aphidiidae. *In*: Dulucchi V. & Remaudiere G. (Ed.): Index of entomophagous insects. Le Francois, Paris 195pp.
7. Nixon, G. E. J. 1965. A reclassification of the tribe Microgasterini (Hymenoptera: Braconidae). Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), Suppl. 2: 1-284.
8. Nixon, G. E. J. 1967. The Indo-Australian species of the *ultor*-group of *Apanteles* Foerster (Hymenoptera: Braconidae). Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), Suppl. 2: 1-34.
9. Shenefelt, R. D. 1972. Braconidae 4, Microgasterinae, *Apanteles*. *In*: Hymenopterorum Catalogus. (eds. J. van der Vecht and R. D. Shenefelt) Part 7, pp. 429-668. (Dr. W. Junk: Gravenhage.)
10. Stary, P., and E. I. Schlinger. 1967. A revision of the Far East Asian Aphidiidae (Hymenoptera). Ser. ent. 3:204pp. Dr. W. Junk b. v. The Hague.
11. Stary, P. 1975. A checklist of the Far East Asian Aphidiidae (Hymenoptera). Beitr. Ent. Berlin 25(1): 53-76.
12. Takada, H. 1968. Aphidiidae of Japan (Hymenoptera). Ins. Mats. 30: 67-124.

臺灣產小繭蜂科(膜翅目)之六新記錄種[1]

周樑鎰[2]

摘要：本文首次記錄臺灣產 6 種小繭蜂，*Amyosoma leuzerae* Rohwer, *Apanteles folia* Nixon, *Bioxys japonica* Stary and Schlinger, *Dolichogenidea parasae* (Rohwer), *D. stantoni* (Ashmead) 及 *Wilkinsonellus iphitus* (Nixon)。

關鍵詞：蚜小蜂亞科、小繭蜂亞科、小腹繭蜂亞科、小繭蜂科、臺灣。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1972 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧蜂鄉。

中華農業研究

第四十八卷　　第一期

中華民國八十八年三月出版

發行人：林俊義
總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
王強生　呂秀英　郭益全　陳一心
楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　施昭彰　徐信次　劉政道
歐錫坤

農化組：林木連（主審）
王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）
安寶貞　林正忠　張清安　程永雄
蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝
陳健忠　鄭允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
黃禮棟　賴建洲　蔡致榮

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 48, No.1 Mar. 1999

JOURNAL

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF : Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)	Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)	Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)	Jin-Torng Peng (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Pao-Jin Ann	Chin-An Chang	Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen	Yi-Shin Chen	Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng	Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo	Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng	Yih-Chuan Kuo	Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin	Tsung-Dao Liou	Dah-Jiang Liu
Huey-Ing Liu	Sin-Yie Liu	Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou	Jau-Chang Shih	Wu-Hsiung Tsai
Hsin-Sheng Tsay	Jyh-Rong Tsay	Chan-Sen Wang
Chong-Ho Wang	Chin-Ling Wang	Der-Nung Wang
Chi-Guang Wu	Chwen-Ming Yang	

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853880023

Vol. 48, No. 1 Mar. 1999

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA
(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Studies on the Yield Components in the Progenies Derived from the Hybrid and Backross between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma et Shastry……Charng-Pei Li, Yih-Chuan Kuo and Fu-Sheng Thseng … 1

The Study of the Tiller Number for Tainan-White Corn Population …… Guang-Jauh Shieh, Chan-Lee Ho and Hung-Shung Lu…13

Yield Potential of F_1 Hybrids Derived from Tainan-Wheite Maize Populations Grown in Different Crop Seasons……Guang-Jauh Shieh and Fu-Sheng Thesng…22

Identification and Characteristic Analysis of Interspecific Hybrids of Peanut -Huey-Jiuan Huang, Wen-Long Tsaur, Shun-Fu Lin, Jaw-Shu Hsieh and Jhi-Nong Tsai…40

Adaptation of Persimmon Cultivars in Lowland Area of Taiwan ……Chia-Wei Song and Shyi-Kuan Ou…52

Freeing-warming Method for Transformation of *E. coli* ……Chan-Sen Wang and Ren-Mon Liao…60

New Records of Six Braconids (Hymenoptra : Braconidae) from Taiwan……Liang-Yih Chou…64

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字二九八號
中華郵政中臺字第〇三〇九登記爲雜誌交寄